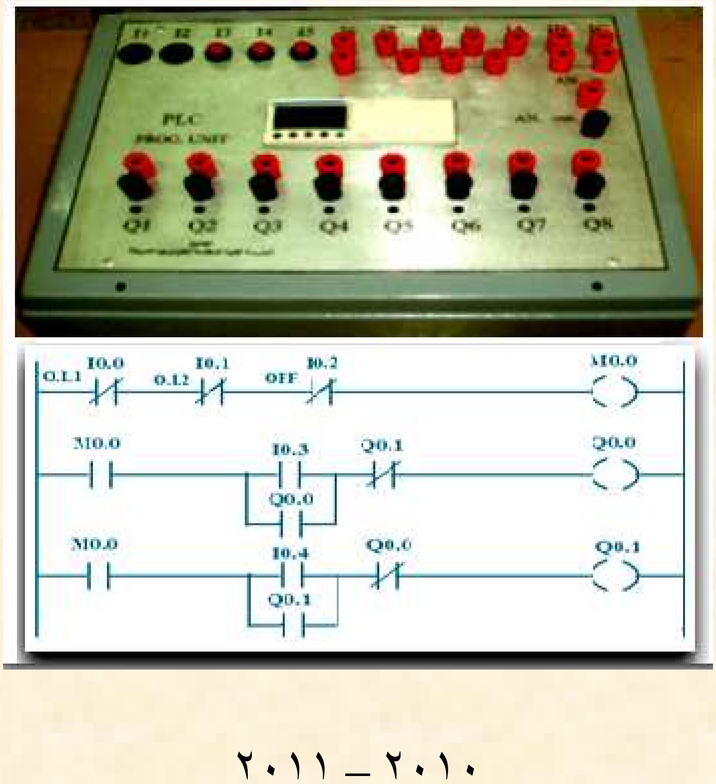
جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم

التحكم المنطقي المبرمج

لطلبة الصف الثالث بالمدارس الثانوية الصناعية
نظام السنوات الثلاث

تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

P
L
C



٢٠١٠ _ ٢٠١١

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم

التحكم المنطقي المبرمج

لطلبة الصف الثالث بالمدارس الثانوية الصناعية
نظام السنوات الثلاث

تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

تأليف
م / يوسف إبراهيم عطالله
م / فكرى عثمان إبراهيم
موجه عام الكهرباء العلمي سابقاً
موجه عام الكهرباء العملي

مراجعة
د . م / مصطفى ابراهيم محمد مرعى
كلية الهندسة – جامعة عين شمس

٢٠١٠ – ٢٠١١

تقديم

الحمد لله الذى هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هـــدانا الله

أما بعد ،،،

نقدم لأبنائنا طلبة : الصف الثالث – تخصص تركيبات ومعدات كهربية الكتاب الثانى فى التحكم المنطقى المبرمج وذلك استكمالاً لما تم شرحه فى كتاب الصف الثانى تخصص تركيبات ومعدات كهربية .

وقد راعينا فى عرض المادة العلمية (الجزء النظرى) السهولة والتبسيط مع عرض الصور التوضيحية ليتوافق ذلك مع ما يتم تطبيقه على أجهزة التحكم المنطقى المبرمج PLC الموجودة فى معامل وورش المدرسة .

ولربط الجزء العلمى بالتطبيق تم إدراج عدد من التمارين العملية والقابلة للتطبيق في معامل وورش المدرسة ليستفيد بها الطالب وتكون نواه لمشروعات أخرى يقوم بابتكارها بنفسه .

وقد تم ادراج قائمة بالمراجع العلمية (العربية والأجنبية) ومواقع الأنترنت للرجوع إليها عند اللزوم والتوسع في مجال ال PLC (التحكم المنطقي المبرمج).

نرجو الله عز وجل أن نكون قد وفقنا فى عرض محتويات هذا الكتاب وأن يكون مفيداً لكل من يتناوله

المؤلفان

بيانات الطالب

اسم المدرسة : ....

اسم الطالب : ....

السنة الدراسية:...

فصل : ٣ /

العنوان : ....

التليفون : ....

المنـهج الدراسى للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة: الصناعات الكهربية

الصف : الثالث — **تخصص: تركيبات ومعدات كهربية**

مادة : التحكم المنطقى المبرمج — **عدد الحصص: (٢) حصتان أسبوعياً**

الأهداف العامة

إكساب الطالب المعرفة بجهاز التحكم المنطقى المبرمج

المنـهج الدراسى

الباب الأول : الجبر المنطقى (الجبر البولينى)

١-١ مقدمة
١-٢ الحساب المنطقى
١-٢-١ القوانين المتعلقة بالحساب المنطقى
١-٢-٢ خواص الجبر المنطقى
١-٣ نظرية دى مورجان
١-٤ تجميع البوابات المنطقية
١-٥ أشكال فن Vann – خرائط كارنوف واستخدامهما فى تحليل المعادلات المنطقية

الباب الثانى : أساسيات عملية البرمجة

٢-١ المرحلات
٢-٢ النطاطات
٢-٣ المؤقتات الزمنية
٢-٤ العدادات

الباب الثالث : استخدام المتحكمات المبرمجة فى المجالات الكهربية

٣-١ التحكم فى الإضاءة
٣-٢ التحكم فى نظم تشغيل محرك استنتاجى
٣-٣ التحكم فى نظم تشغيل تتابعى فى عدد من المحركات

الباب الرابع : التحكم المنطقى المبرمج PLC

٤-١ التعريف
٤-٢ مكونات الجهاز
٤-٣ استخدام وتطبيقات المتحكم المنطقى المبرمج

المنـهج الدراسي للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة: الصناعات الكهربية

الصف : الثالث **تخصص: تركيبات ومعدات كهربية**

مادة : التحكم المنطقى المبرمج (تدريبات عملية) **عدد الحصص: (٢) حصتان أسبوعياً**

الأهداف العامة

تنفيذ تمرينات لإكساب الطالب المهارات الأدائية والمعرفة لاستخدام جهاز التحكم المنطقى المبرمج PLC .

المنـهج الدراسى

الباب الأول : جهاز التحكم المنطقى المبرمج (PLC)

١- المكونات الأساسية لجهاز التحكم المنطقى المبرمج (PLC)

٢- طرق تحويل الدوائر الكهربية البسيطة إلى برنامج تحكم لجهاز التحكم المنطقى المبرمج (PLC)

٣- تنفيذ وتشغيل دوائر كهربية بسيطة باستخدام جهاز التحكم المنطقى المبرمج (PLC)

الباب الثاني : تطبيقات عملية على استخدام جهاز التحكم المنطقى المبرمج(PLC)

١. التحكم في مجموعة إضاءة من مكانين مختلفين

٢. التحكم في مجموعة إضاءة من أربعة أماكن

٣. استخدام الوظائف ذات المتغيرات في دوائر كهربية (المؤقت الزمنى – العداد التصاعدى/التنازلى – الدخل التناظرى)

٤. تشغيل وإيقاف محرك حثى ثلاثى الأوجه

٥. عكس اتجاه دوران محرك حثى ثلاثى الأوجه

٦. تشغيل محرك حثى ثلاثى الأوجه (نجمة/دلتا)

٧. تشغيل محرك حثى ثلاثى الأوجه ذو سرعتين متناصفتين (دلاندر)

٨. تشغيل أربعة محركات بتتابع زمنى ثم التوقف لزمن معين ثم إعادة التشغيل

٩. تهوية نفق سيارات

الباب الأول

الجبر المنطقي (الجبر البولينى)

يحتوى هذا الباب على :

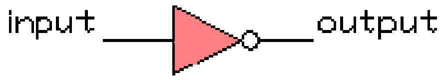
١ ـ ١ مقدمة

درست في العام الماضي البوابات المنطقية (logic gates) فتعال معا نتذكر بعضاً من هذه البوابات والتي تعتبر الأساس في تكوين العلاقات في الجبر المنطقي .

بوابة النفى (العكس) NOT gate

وهى بوابة منطقية يكون خرجها output معاكس (complement) لدخلها input ، أي أن :

إذا كان الدخل يساوى 1 فإن الخرج يساوى 0 ، أما إذا كان الدخل يساوى 0 فإن الخرج يساوى 1 ، شكل (١-١) يبين رمز بوابة NOT ، جدول (١-١) يبين جدول الحقيقة للدخل والخرج .



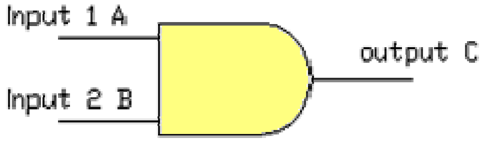
شكل (١-١) بوابة النفي (العكس) NOT gate

الدخل input	الخرج output
0	1
1	0

جدول (١-١) جدول الحقيقة لبوابة النفي (العكس) NOT gat

بوابة " و " AND gate

ويكون لها دخلان أو أكثر وخرج واحد ، شكل (١- ٢) يبين رمز بوابة AND . جدول (١-٢) يبين جدول الحقيقة للدخل والخرج.



شكل (١-٢) يبين بوابة " و " (AND gate)

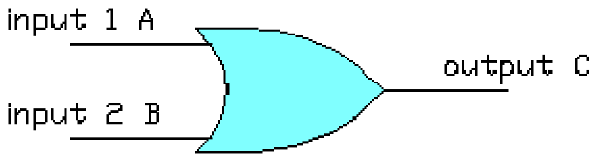
A	B	C

0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول (١-٢) جدول الحقيقة لبوابة " و " (AND gate)

بوابة " أو "(OR gate)

ويكون لها دخلان أو أكثر وخرج واحد ؛ شكل (١- ٣) يبين رمز بوابة OR . جدول (١-٣) يبين جدول الحقيقة للدخل والخرج .



شكل (١-٣) بوابة " أو" (OR gate)

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

جدول (١-٣) جدول الحقيقة لبوابة " أو" (OR gate)

البوابات المنطقية الثلاث السابقة هي البوابات الأساسية التي تدخل في تكوين باقي البوابات المنطقية مثل NAND ، NOR ، XOR ، XNOR .

١-٢ الحساب المنطقي

نظراً لوجود كثيراً من الدوائر المنطقية المعقدة لذا وجب إيجاد سبلاً لجعلها بسيطة بقدر الإمكان عن طريق اختصار بعض المتغيرات لتحويلها إلى تعبيرات أبسط للوصول إلى نفس النتائج في ظل جميع الظروف الممكنة ، ثم يتم تنفيذها بأبسط وأصغر المكونات ، هذا بدوره يوفر ثمن البوابات المنطقية التي لا تأثير لها ويقلل من عددها مما يقلل من ثمنها .

تمكن العالم جورج بول George Boole الذي كان أول من وضع أسس وقواعد الجبر المنطقي أو ما يسمى بالجبر البولينى Boolean Algebra عام 1854 ، وقد توصل العالم جورج بول إلى عدة قواعد هي :

١- المتغير المنطقي Logic Variable

المتغير المنطقي هو رمز يستخدم لتمثيل قيمة منطقية ، وهذا المتغير لا يأخذ إلا واحدة من القيمتين (0) أو (1) .

٢- عملية العكس (التكميل) Complement

حيث أن المتغير المنطقي لا يأخذ إلا قيمة واحدة من القيمتين (1, 0) ؛ فإن عملية عكس (تكميل) أي متغير عبارة عن استبدال قيمة المتغير الحالية بالقيمة الأخرى . فإذا كان المتغير رمزه A فإن عملية العكس تأخذ الرمز $\bar{A}$.

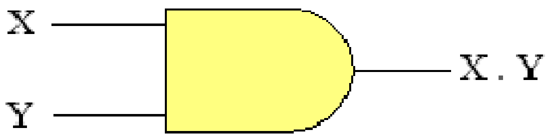
فلو فرضنا أن $A = 1$ تكون $\overline{A} = 0$ والعكس بالعكس أي أن

$$\text{NOT } A = \bar{A}$$

$$A = NOT\ \bar{A}$$

١-٢-١ القوانين المتعلقة بالجبر البولينى

<u>* عمليات (AND)</u>



شكل (١-٤) دخل وخرج بوابة AND

إذا كان X, Y دخلان متغيران لبوابة AND المنطقية يكون الخرج مساوياً X.Y *(تقرأ X أند Y)* كما في شكل (١-٤).

<u>استنتاج</u>

من بوابة AND نستنتج أن

$X.0 = 0$

$X.1 = X$

$X.X = X$

$X.\bar{X} = 0$

مثال توضيحي

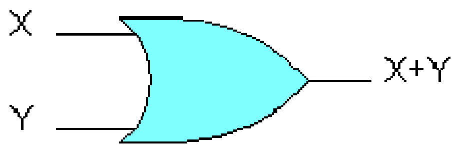
إذا كان X = Y فإن

$X.Y = X.X = X$

أي عند X = 1 *كان* الخرج يساوى ١

وعند X = 0 كان الخرج يساوى ٠

<u>* عمليات *OR* (+)</u>



شكل (١-٥) دخل وخرج بوابة OR

إذا كان X , Y دخلان متغيران لبوابة OR المنطقية يكون الخرج مساوياً X+Y

(تقرأ X أور Y) كما في شكل (١-٥).

استنتاج

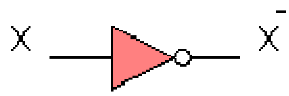
$X + 0 = X$

$X + 1 = 1$

$X + X = X$

$X + \bar{X} = 1$

*** عمليات NOT** (‾)



شكل (١-٦ أ) دخل وخرج بوابة NOT

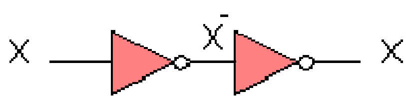
استنتاج

$\bar{0} = 1$

$\bar{1} = 0$

*** النفى المزدوج**

$\bar{\bar{X}} = X$



شكل (١-٦ ب) النفي المزدوج لبوابة NOT

١-٢-٢ خواص الجبر المنطقى

اشتقت من العمليات الأساسية السابقة مجموعة من القوانين والنظريات الهامة والتي تستخدم في تبسيط الدوائر المنطقية وفيما يلي أهمها :

١- قانون الإبدال Commutative law

a-. X + Y = Y + X

b-. X . Y = Y . X

٢- قانون التجميع (الضم) Associative law

a-. X+Y+Z = X+(Y+Z) = (X+Y) + Z

b-. X.Y.Z = X. (Y.Z) = (X.Y).Z

٣- قانون التوزيع *Distributive* law

a-. X . (Y+Z) = (X.Y) + (X.Z)

b-. X + (Y.Z) = (X+Y) . (X+Z)

مثال (١-١)

اختصر

1- $X\,Y + X\bar{Y}$

2- $X + XY$

3- $(X + \bar{Y})Y$

الحل

1- $XY + X\bar{Y}$

$=X(Y + \bar{Y})$ التوزيع

$=X.1 = X$ حيث ($Y + \bar{Y} = 1$)

2- $X + XY$

$=X(1 + Y)$

$= X.1 = X$ ($1 + Y = 1$حيث)

3- $(X + \bar{Y})Y$

$= XY + Y\bar{Y}$

$= XY + 0$ حيث ($Y\bar{Y} = 0$)

$= XY$

٣-١ نظرية دى مورجان De Morgan Theorem

دى مورجان عالم رياضيات أضاف نظريتين لنظريات الجبر المنطقي ويمكن صياغتهما كما يلي :

1- $(\overline{XY}) = \bar{X} + \bar{Y}$

وتنص هذه النظرية على أن نفى (NOT) مضروب (AND) أي عدد من المتغيرات يساوى مجموع (OR) نفى (NOT) هذه المتغيرات.

2- $(\overline{X + Y}) = \bar{X}.\bar{Y}$

وتنص هذه النظرية على أن نفى (NOT) مجموع (OR) أي عدد من المتغيرات يساوى مضروب (AND) نفى (NOT) هذه المتغيرات.

مثال (١-٢)

استخدم نظريتي دى مورجان للتعبير عن

1- F1= $(\overline{A + B + C + D})$

2- F2= $(\overline{ABCD})$

الحل

1- F1= $(\overline{A + B + C + D})$

باستخدام نظرية دى مورجان (١)

F1=$\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

2- F2=$(\overline{ABCD}$

باستخدام نظرية دى مورجان (٢)

F2=$\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D}$

مثال (١- ٣)

في مثال (١-٢) أوجد القيمة المنطقية لكل من F1 ، F2 إذا كان

A = 1 , C = 0

1- F1 =$\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

$=(\bar{1})\bar{B}(\bar{0})\bar{D}$

$=(0)\bar{B}(1)\bar{D}$

$= 0$

(خواص بوابة ANDالمنطقية يكون الخرج مساويا (0) عند أي قيمة دخل تساوى 0).

2- F2 = $\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D}$

$=\bar{0} + \bar{B} + \bar{0} + \bar{D}$

F2 = $1 + \bar{B} + 1 + \bar{D}$

$= 1$

(خواص بوابة OR المنطقية يكون الخرج مساويا (1) عند أي قيمة دخل تساوى 1).

مما سبق نلاحظ أنه لا تأثير لقيم المتغيرين B ، D على قيمة الخرج F1 ، F2 عند

A = 1 , C = 0

أمثلة عامة

مثال (١-٤)

ضع التعبير التالي في أبسط صورة

$$X + \bar{X}Y$$

الحـــــــل

$X + \bar{X}Y = X.1 + \bar{X}Y$

$= X(1 + Y) + \bar{X}Y$ $(1 + Y = 1)$

$= X + XY + \bar{X}Y$ التوزيع

$= X + Y(X + \bar{X})$ التوزيع

$= X + Y$ $(X + \bar{X} = 1)$

مثال (١-٥)

ضع التعبير $A(\bar{A} + B)$ في أبسط صورة

الحـــــــل

$A(\bar{A} + B)$

$= A\bar{A} + AB$ التوزيع

$= 0 + AB$ $A\bar{A} = 0$

$= AB$

مثال (١ - ٦)

ضع التعبير $AB + BC(B + C)$ في أبسط صورة

الحـــل

$AB + BC(B + C) = AB + BBC + BCC$

$= AB + BC + BC \qquad (BB = B, CC = C)$

$= AB + BC \qquad (BC + BC = BC)$

$= B(A + C)$

مثال (١-٧)

استخدم نظرية دى مورجان في تبسيط التعبير الآتي

$F = \overline{(\bar{A}B + \bar{A}\bar{B} + \bar{B})}$

الحـــل

$F = \overline{(\bar{A}B + \bar{A}\bar{B} + \bar{B})}$

$= \overline{(\bar{A}(B + \bar{B}) + \bar{B})}$

$= \overline{(\bar{A}(1) + \bar{B})}$

$\overline{(\bar{A} + \bar{B})} =$

$= \bar{\bar{A}}.\bar{\bar{B}}$ نظرية دى مورجان

$AB =$

مثال(١ - ٨)

إذا كان $F = \bar{X}Y\bar{Z} + \bar{X}\bar{Y}Z$ أوجد قيمة $\bar{F}$

الحـــل

$F = \bar{X}Y\bar{Z} + \bar{X}\bar{Y}Z$

$\bar{F} = (\overline{\bar{X}Y\bar{Z} + \bar{X}\bar{Y}Z})$

= نظرية دى مرجان $(\overline{\bar{X}Y\bar{Z}}).(\overline{\bar{X}\bar{Y}Z})$

= $(\bar{\bar{X}} + \bar{Y} + \bar{\bar{Z}}).(\bar{\bar{X}} + \bar{\bar{Y}} + \bar{Z})$ نظرية دى مرجان

المزدوج (العكسى) النفي = $(X + \bar{Y} + Z).(X + Y + \bar{Z})$

١ ـ ٤ تجميع البوابات المنطقية

أي تعبير بوليني (منطقي) يمكن تحويله من تعبير جبري إلى شكل بوابات منطقية بسيطة (AND , OR , NOT).

مثال (١ -٩)

ارسم الدائرة المنطقية لكل من التعبيرات المنطقية الآتية :

$F1 = XY\bar{Z}$.

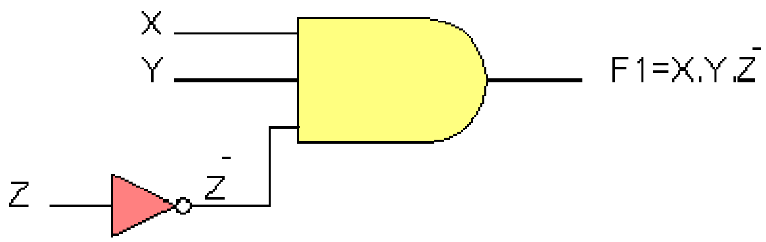
$F2 = X + Z\bar{Y}$

$F3 = X\bar{Y} + \bar{X}Y$

الحـــل

$F1 = XY\bar{Z}$

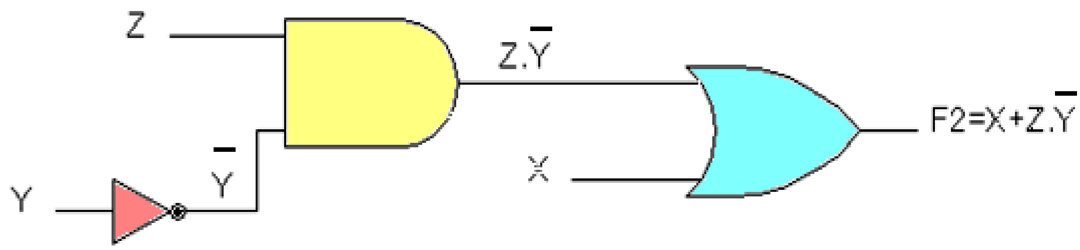
من هذا التعبير نجد انه لبوابة AND ذات ثلاثة مداخل أحدهم منفى $(\bar{Z})$ والشكل التالى يبين الدائرة المنطقية لهذا التعبير.



$F2 = X + Z\bar{Y}$

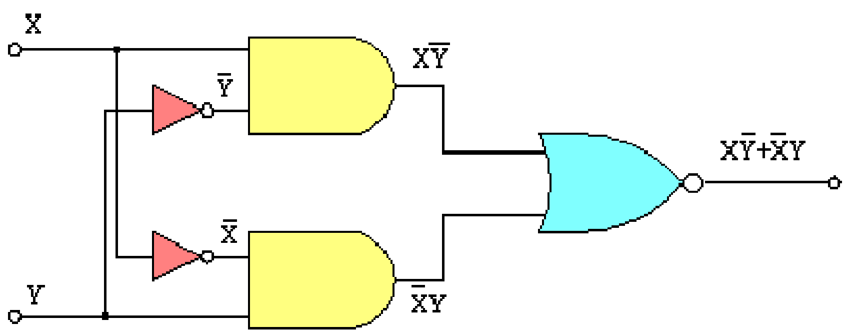
من هذا التعبير نجد انه يحتوى على بوابة AND ذات مدخلين أحدهما منفى () $\bar{Y}$ وبوابة (OR).

لاحظ أن الأسبقية لبوابة (AND) قبل بوابة (OR) . والشكل التالي يبين الدائرة المنطقية لهذا التعبير.



$F3 = X\bar{Y} + \bar{X}Y$

من هذا التعبير نجد انه يحتوى على بوابتي AND $(X\bar{Y})$ ، $(\bar{X}Y)$ وبوابة (OR) وبوابتي NOT. والشكل التالي يبين الدائرة المنطقية لهذا التعبير.

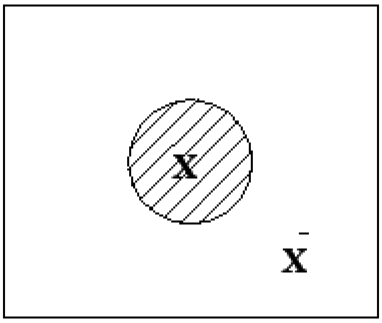


١ ـ ٥ أشكال فن Venn Diagram

درست في المرحلة الإعدادية أشكال فن التي تمثل العلاقة بين المتغيرات المختلفة في مادة الجبر ، وتعتبر أشكال فن أحسن وسيلة مرئية لتوضيح تعبيرات الجبر البولينى.

شكل فن في أبسط صورة عبارة عن مستطيل يرسم داخله دوائر متداخلة كل دائرة تمثل متغير ، جميع النقط التي بداخل الدائرة تنتمي إلى المتغير التي تمثله ؛ أما النقط خارجها فلا تنتمي إليها (معكوس (نفى) المتغير).

شكل(١ـ ٧) يبين شكل فن للمتغير X. كل النقط داخل الدائرة بمعنى X=1 ؛ أما خارجها ($\bar{X}$) يكون X=0 .



شكل (١ـ ٧) شكل فن لمتغير واحد X

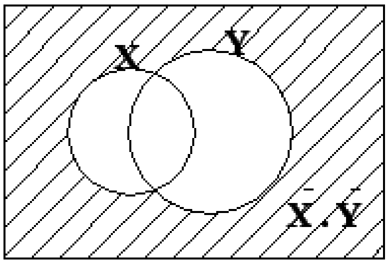
أما في حالة وجود متغيران يلزم دائرتان متقطعتان داخل المستطيل الذي يحوى أربعة مساحات :

١ـ المساحة داخل تقاطع الدائرتين X.Y شكل (١ـ ٨ أ) .

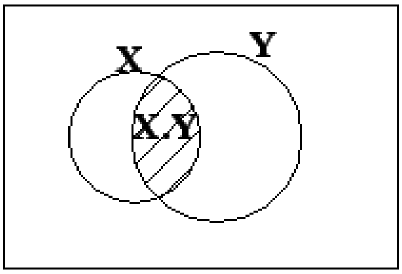
٢ـ المساحة التي لا تنتمي إلى كل من الدائرة X والدائرة Y تكون $\bar{X}\bar{Y}$ شكل (١ـ ٨ ب).

٣ـ المساحة دخل الدائرة Y وخارج الدائرة X تكون $Y\bar{X}$ شكل (١ـ ٨ج).

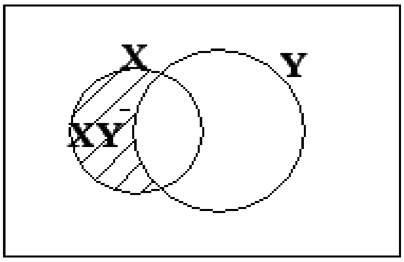
٤ـ المساحة دخل الدائرة X وخارج الدائرة Y تكون $X\bar{Y}$ شكل (١ـ ٨ د).



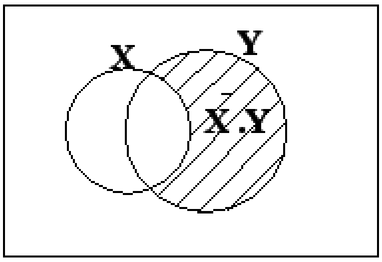
شكل (١- ٨ ب)



شكل (١- ٨ أ)



شكل (١- ٨ج)



شكل (١- ٨ د)

شكل (١- ٨) أشكال فن للمتغيرين X , Y .

استخدام أشكال فن في إثبات صحة قوانين ونظريات الجبر البولينى

مثال (١- ١٠)

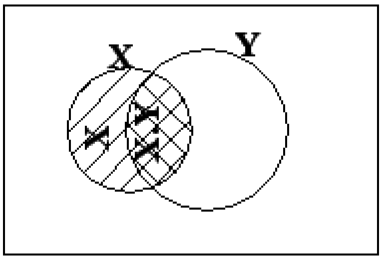
بين باستخدام أشكال فن صحة التعبير

$$X + XY = X$$

الحـــل

شكل (١-٩) يبين شكل فن للتعبير $X + XY = X$

من الشكل نجد أن $XY \in X$ أى بمعنى أن XY داخل الدائرة X ومن ذلك نستنتج أن التعبير $X + XY = X$ صحيحاً



شكل (١-٩) شكل فن للتعبير $X + XY = X$

مثال (١-١١)

بين باستخدام أشكال فن صحة نظرية دى مورجان (2)

$$\overline{(A + B)} = \bar{A}.\bar{B}$$

الحـــل

أشكال (١-١١أ، ب، ج، د، هـ) تبين خطوات الحل:

1- شكل (ا-١١أ) يمثل التعبير $A + B$

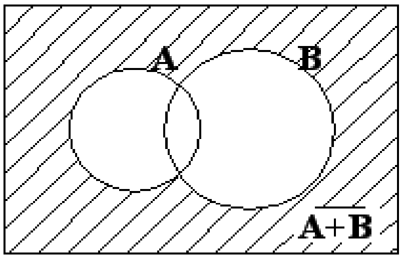
2- شكل (ا-١١ب) يمثل التعبير $\overline{(A + B)}$

3- شكل (ا-١١ج) يمثل التعبير $\bar{A}$

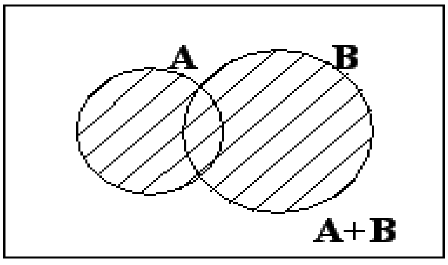
4- شكل (ا-١١د) يمثل التعبير $\bar{B}$

5- شكل (ا-١١هـ) يمثل التعبير $\bar{A}\ \bar{B}$

الطرف الأيسر

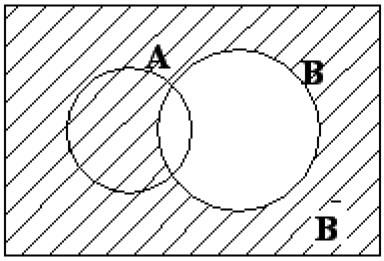


شكل (ا-١١ب)

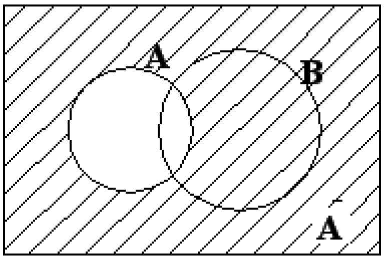


شكل (ا-١١أ)

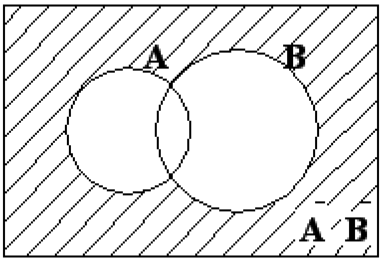
الطرف الأيمن



شكل (ا-١١د)



شكل (ا-١١ج)



شكل (ا-١١هـ)

شكل فن للطرف الأيسر شكل (ا-١١ب) يماثل شكل فن للطرف الأيمن شكل (ا-١١هـ) الطرفان متساويان وهذا يثبت صحة نظرية دى مورجان

$(\overline{A+B}) = \bar{A}.\bar{B}$

١ ـ ٥ ـ ١ خرائط كارنوف Karnaugh Map

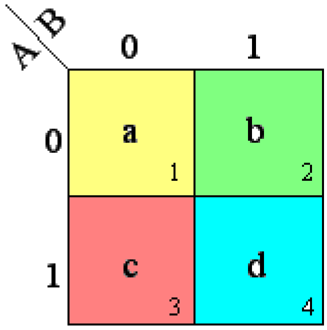
في بعض الأحيان نجد أن تطبيق الجبر البولينى (المنطقي) قد يكون صعباً في تبسيط بعض التعبيرات " مما يتطلب تذكر جميع القوانين والنظريات وتطبيق المناسب منها " ، وقد وضع العالم كارنوف خريطة بسيطة وسهلة لتبسيط التعبيرات البولينية مع متغيرين أو ثلاثة وحتى ستة متغيرات .

ما هي خريطة كارنوف ؟

خريطة كارنوف توفر طريقة سهلة مبسطة واضحة لتبسيط التعبيرات البولينية ويمكن وصفها بأنها ترتيب خاص لجدول الحقيقة Truth table .

شكل (١-١٢) يبين كيفية تحويل جدول الحقيقة إلى خريطة كارنوف لمتغيرين A,B والخرج F

A	B	C
0	0	a
0	1	b
1	0	c
0	1	d



خريطة كارنوف جدول الحقيقة

شكل (١-١٢) تحويل جدول الحقيقة إلى خريطة كارنوف لمتغيرين A,B

القيم داخل المربعات في خريطة كارنوف a,b,c,d هي قيم خرج كل صف من جدول الحقيقة وفقاً للترتيب غير الدائري كما هو موضح بالخريطة ، وحول حافة أعلا الخريطة من الخرج يوجد قيم دخل المتغير B ، وقيم المتغير A في الجانب الأيسر منها.

مثال توضيحي

ارسم خريطة كارنوف لبوابة OR

خطوات الحل

١- نبدأ بعمل جدول الحقيقة لبوابة OR.

٢- من جدول الحقيقة نستنتج خريطة كارنوف طبقاً للخطوات التالية :-

- عدد المربعات في خريطة كارنوف يساوى العدد 2 مرفوعاً للأس المساوي لعدد المتغيرات .

عدد المتغيرات = 2 (A,B)

عدد المربعات = 2^2 = 4

- المربع رقم 1 يمثل الرقم 0 (F=0 لكل من (A=0 , B=0

- المربع رقم 2 يمثل الرقم 1 (F=1 لكل من (A=1 , B=0
- المربع رقم 3 يمثل الرقم 1 (F=1 لكل من (A=0 , B=1
- المربع رقم 4 يمثل الرقم 1 (F=1 لكل من (A=1 , B=1
- نرسم هذه الخريطة والتي تتكون من أربعة مربعات (خلايا) مرتبة في صفين وعامودين :

الصف الأول يمثل المتغير $\bar{B}$ مع $\bar{A}$, A.

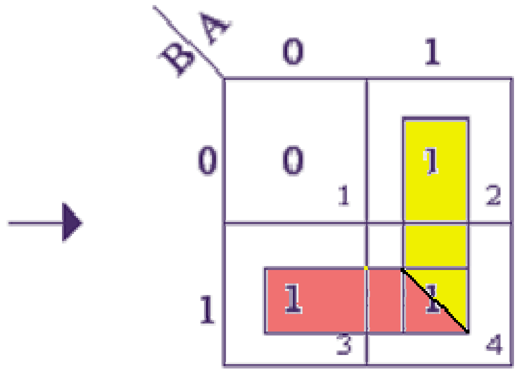
الصف الثاني يمثل المتغير B مع $\bar{A}$, A.

العمود الأول يمثل المتغير $\bar{A}$ مع $\bar{B}$, B.

العمود الثاني يمثل المتغير A مع $\bar{B}$, B.

شكل (١-١٣) يبين رسم خريطة كارنوف من جدول الحقيقة لبوابة OR.

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
0	1	1



شكل (١-١٣) رسم خريطة كارنوف من جدول الحقيقة لبوابة OR

من شكل (١-١٣) نجد أن قيمة الخرج تساوى 1 عند A=1 مهما كانت قيمة B وأن قيمة الخرج تساوى 1 أيضا عند B=1 مهما كانت قيمة A، نستنتج من ذلك

$$F = A + B$$

وهذا يطابق تماماً تعبير بوابة OR

مثال (١-١٢)

بسط التعبير البولينى التالى باستخدام خريطة كارنوف

$$Z = X\bar{Y} + XY$$

الحـــل

Y \ X	0	1
0	0	1
1	0	1

خريطة كارنوف

X	Y	$X\bar{Y}$	XY	$Z=X\bar{Y}+XY$
0	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1

جدول الحقيقة

لاحظ ما يأتي:

إذا كان $X = 1$ فإن $\bar{X} = 0$

$X = 0$ فإن $\bar{X} = 1$

وبالمثل جميع المتغيرات .

من الخريطة نجد أن المربعات التي قيمتها تساوى 1 هي

XY
XY

وحيث أن المتغير Y له القيمتان (1,0) أي أنه ليس له تأثير في قيمة الخرج وعلى ذلك يمكن حذفه وتصبح العلاقة

$$Z = X$$

ويمكن البرهنة على ذلك باستخدام الجبر البولينى

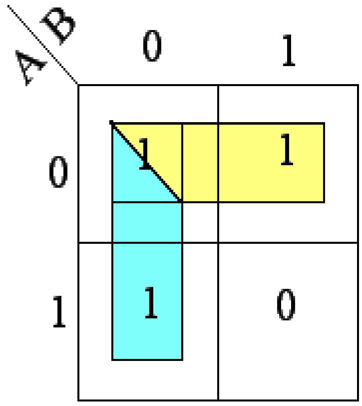
$$\begin{aligned} Z &= X\bar{Y} + XY \\ &= X(\bar{Y} + Y) \\ &= X.1 \\ &= X \end{aligned}$$

مثال (١-١٣)

باستخدام خريطة كارنوف بسط العلاقة التالية

$$Z = \bar{A}\bar{B} + A\bar{B} + \bar{A}B$$

الحــل



خريطة كارنوف

A	B	$\bar{A}\bar{B}$	$A\bar{B}$	$\bar{A}B$	Z
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0

جدول الحقيقة

- نكون جدول الحقيقة ومنه نستنتج خريطة كارنوف .
- من خريطة كارنوف يمكن تقسيم الخرج (1) إلى مجموعتين :

المجموعة الأولى الأفقية (الصف الأول)

$\bar{A}\ \bar{B}$

$\bar{A}\ B$

يمكن اختصار $\bar{B}\ ,B$ لعدم تأثيرهما على الخرج أى أن خرج هذه المجموعة يساوى $\bar{A}$

المجموعة الثانية الرأسية (العمود الأول)

$\bar{A}$ $\bar{B}$

$A\ \bar{B}$

يمكن اختصار $\bar{A}\ ,A$ لعدم تأثيرهما على الخرج أى أن خرج هذة المجموعة يساوى $\bar{B}$

فيصبح الخرج الكلى = خرج المجموعة الأولى + (OR) المجموعة الثانية

$$Z = \bar{A} + \bar{B}$$

ويمكن البرهنة على ذلك باستخدام الجبر البولينى

$$Z = \bar{A}\bar{B} + A\bar{B} + \bar{A}B$$

$$= \bar{B}(\bar{A} + A) + \bar{A}\mathrm{B}$$

$$= \bar{B}.1 + \bar{A}\mathrm{B}$$

$$= \bar{B} + \bar{A}\mathrm{B}$$

$$= (\bar{B} + \bar{A}).(\bar{B} + B)$$

$$= (\bar{B} + \bar{A}).1$$

$$= \bar{B} + \bar{A}$$

مثال (١-١٤)

باستخدام خريطة كارنوف بسط التعبير البولينى التالي

$$F = \bar{X}YZ + \bar{X}Y\bar{Z} + X\bar{Y}\bar{Z} + X\bar{Y}Z$$

الحــل

من التعبير البولينى السابق نجد أن عدد المتغيرات ثلاثة (3)

∴ عدد الخلايا (المربعات) $2^3 = 8$ مربعات

يمكن اختيار أي متغيرين واعتبارهما كمتغير للأعمدة والمتغير الثالث كمتغير للصفوف نختار YZ كمتغير للأعمدة فيكون عدد الأعمدة 4 ، والمتغير X للصفوف فيكون عدد الصفوف اثنان (2) .

- نكون جدول الحقيقة ومنه نستنتج خريطة كارنوف .
- من خريطة كارنوف يمكن تقسيم الخرج (1) إلى مجموعتين :

X	Y	Z	$\bar{X}YZ$	$\bar{X}Y\bar{Z}$	$X\bar{Y}\bar{Z}$	$X\bar{Y}Z$	F
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	1	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0

جدول الحقيقة

X \ YZ	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	1	0	0

خريطة كارنوف

المجموعة الأولى الصف الأول

$\bar{X}YZ$

$\bar{X}Y\bar{Z}$

ويمكن اختصار $Z\,,\bar{Z}$ وتصبح المجموعة مساوية للقيمة $\bar{X}Y$

المجموعة الثانية الصف الثاني

$X\,\bar{Y}\,\bar{Z}$

$X\,\bar{Y}\,Z$

ويمكن اختصار $Z , \bar{Z}$ وتصبح المجموعة مساوية للقيمة $X\bar{Y}$

فيصبح الخرج الكلى = خرج المجموعة الأولى + (OR) المجموعة الثانية

$$F = \bar{X}Y + X\bar{Y}$$

مثال (١-١٥)

$$F = \bar{A}C + \bar{A}B + A\bar{B}C + BC$$

أعد كتابة العلاقة السابقة في أبسط صورة باستخدام خريطة كارنوف

الحـــل

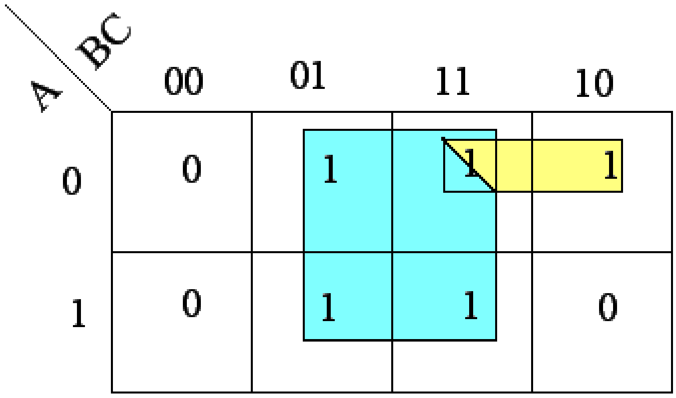
عدد المتغيرات ثلاثة

∴ عدد المتغيرات $8 = 2^3$

يمكن اتخاذ BC كمتغير للأعمدة ، A متغير للصفوف ، وبالتعويض عن قيم المتغيرات المختلفة A, B, C نحصل على جدول الحقيقة الأتي

A	B	C	$\bar{A}C$	$\bar{A}B$	$A\bar{B}C$	BC	F
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1

جدول الحقيقة



خريطة كارنوف

يمكن تجميع مجموعة الخلايا التي تحتوى على 1

المجموعة الأولى وهى مكونة من أربعة خلايا

$\bar{A}\ \bar{B}\ C$

$\bar{A}\ B\ C$

$A\ \bar{B}\ C$

$A\ B\ C$

قيمة المجموعة الأولى تساوى C وذلك بعد اختصار $A\ ,\bar{A}\ ,B\ \bar{B}$

المجموعة الثانية وهى مكونة من خليتين

$\bar{A}\ B\ C$

$\bar{A}\ B\ \bar{C}$

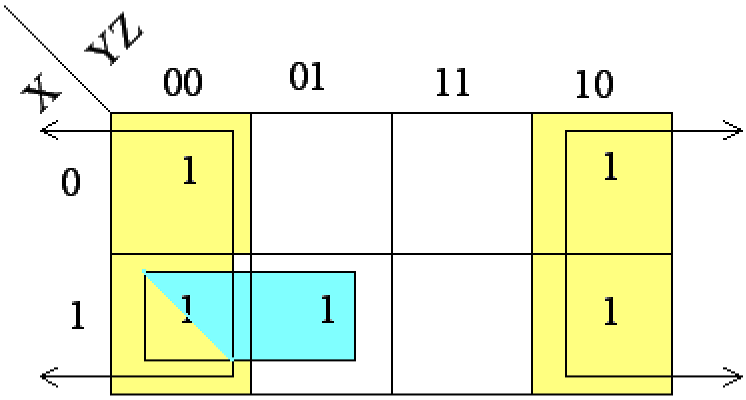
قيمة المجموعة الثانية تساوى $\bar{A}$ B وذلك بعد اختصار $C\ ,\bar{C}$

الخرج الكلى = خرج المجموعة الأولى + (OR) المجموعة الثانية

$F = C + \bar{A}\,B$

مثال (١- ١٦)

ما هو التعبير البولينى الذي تمثله خريطة كارنوف التالية



خريطة كارنوف

المجموعة الأولى

من مميزات خريطة كارنوف أنه يمكن لفها على شكل اسطوانة رأسية أو أفقية ، وعلى ذلك العمود أسفل 00 والعمود أسفل 10 يمثلان مجموعة واحدة :

$\bar{X}\bar{Y}\bar{Z}$

$X\bar{Y}\bar{Z}$

$\bar{X}Y\bar{Z}$

$XY\bar{Z}$

قيمة المجموعة الأولى تساوى $\bar{Z}$ وذلك بعد اختصار $X, \bar{X}, Y, \bar{Y}$

المجموعة الثانية

$X\bar{Y}\bar{Z}$

$X\bar{Y}Z$

قيمة المجموعة الثانية تساوى $X\bar{Y}$ وذلك بعد اختصار $Z, \bar{Z}$

الخرج الكلى = خرج المجموعة الأولى + (OR) المجموعة الثانية

$F = \bar{Z} + X\bar{Y}$

تمارين على الباب الأول

١- ضع التعبيرات البولينية الآتية في أبسط صورة

a- $AB + A\bar{B}$

b- $Z + ZW$

c- $X + \bar{X}Y$

d- $ABC + AB\bar{C}$

٢- برهن باستخدام قوانين ونظريات الجبر البولينى أن $F1 = F2$

$F1 = XY + YZ(Y + Z)$

$F2 = Y(X + Z)$

٣- باستخدام الجبر البولينى بسط هذه التعبيرات

a) $A + AB + \bar{A}B$ $(ans.\ A + B)$

b) $AA + AC + AB + BC$ $(ans.\ a + bc)$

<u>للطلبة المتميزين</u>

a) $\bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$ $(ans.\ AB + AC + BC)$

b) $b(a + c) + a\bar{b} + b\bar{c} + c$ $(ans.\ a + b + c)$

٤- باستخدام نظريتي دى مورجان بسط التعبير التالي

$F = \overline{(\bar{X}Y + \bar{X}\bar{Y} + \bar{Y})}$

$(ans.\ a + b + c)$

٥- إذا كان $Z = \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$ فأوجد $\bar{Z}$

$(ans.\ (A + \bar{B} + C).(A + B + \bar{C}))$

٦- ارسم الدوائر المنطقية لكل من العلاقات الجبرية البولينية الآتية

a) $F1 = AB + C$

b) $F2 = D(AB + C)$

c) $F3 = (A + \bar{B}).(\bar{A} + B + C)$

d) $F4 = XY + \bar{X}\bar{Y}$

e) $F5 = X\bar{Y} + \bar{W}\bar{Z}$

٧- ارسم الدائرة المنطقية للخرج F6

$$F6 = XY + X\bar{Y} + \bar{Y}Z$$

بسط F6 ثم ارسم الدائرة المنطقية بعد التبسيط . أذكر ملاحظاتك للدائرة قبل وبعد التبسيط.

٨- ارسم أشكال فن لتمثيل المتغيرات البولينية التالية

a) $X\bar{Y}$

b) AB

c) $A + B$

d) $X(Y + Z)$

٩- برهن على صحة العلاقة البولينية التالية وذلك باستخدام فن

$$(\overline{X + Y}) = \bar{X} + \bar{Y}$$

١٠- التعبيرات البولينية التالية لها ثلاث إجابات صحيحة وواحدة خطأ ، وضح ذلك

1- $XX + X\bar{X}$

(a) $(X + \bar{X}).X$) (b) x (c) $\bar{X}$ (d) $(X + \bar{X}).X$)

2- $X(Y+\bar{X})+Y$

$(a)\ X\bar{X}+Y(1+X)$ $(b)\ 0+XY+Y$ $(c)\ XY$ $(d)\ Y$

١١- التعبيرات البولينية التالية لها إجابة واحدة صحيحة وضح ذلك

1) $XY+XYZ$

$(a)\ XY$ $(b)\ XZ$ $(c)\ YZ$ $(d)\ XYZ$

2) $(X+Y).(X+\bar{Y})$

$(a)\ Y$ $(b)\ \bar{Y}$ $(c)\ X$ $(d)\ \bar{X}$

١٢- باستخدام خريطة كارنوف بسط التعبير البولينى

$$F = AB + A\bar{B}$$

١٣- بسط التعبير التالي بطريقتين مختلفتين

$$F = \bar{X}\bar{Y} + X\bar{Y} + \bar{X}Y$$

١٤- باستخدام خريطة كارنوف بسط التعبير التالي

$$Z = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B + AB\bar{C} + AC$$

١٥- أكتب التعبير الذي تمثله خريطة كارنوف التالية

X \ YZ	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	0

١٦- أختار التعبير الصحيح الذي تمثله خريطة كارنوف التالية

A \ BC	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	1	0	0	1

$(a)\ F = \bar{B}$ $(b)\ F = \bar{C}$ $(c)\ F = A\bar{B}$ $(d)\ F = \bar{C}\bar{B}$

١٧- بين كيف تستنتج التعبير البولينى الذي تمثله خريطة كارنوف التالية

A \ BC	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	1	1	0	0

الباب الثانى

أساسيات عمليات البرمجة

يحتوى هذا الباب على :

٢-١ المرحلات

ويطلق عليها في كثير من المراجع العربية الريلاى Relay ، وتعتبر من الأجزاء الهامة في دوائر التحكم الحديثة . تستخدم المرحلات (الريليهات) في الربط بين الدوائر ذات الجهود والقدرات العالية والدوائر ذات الجهود والقدرات المنخفضة .

فعلى سبيل المثال لا الحصر يعتبر الريلاى وسيلة الربط المُثلى بين المتحكم Controller "جهد 5-24 V " والأحمال ذات الجهود والقدرة العالية .

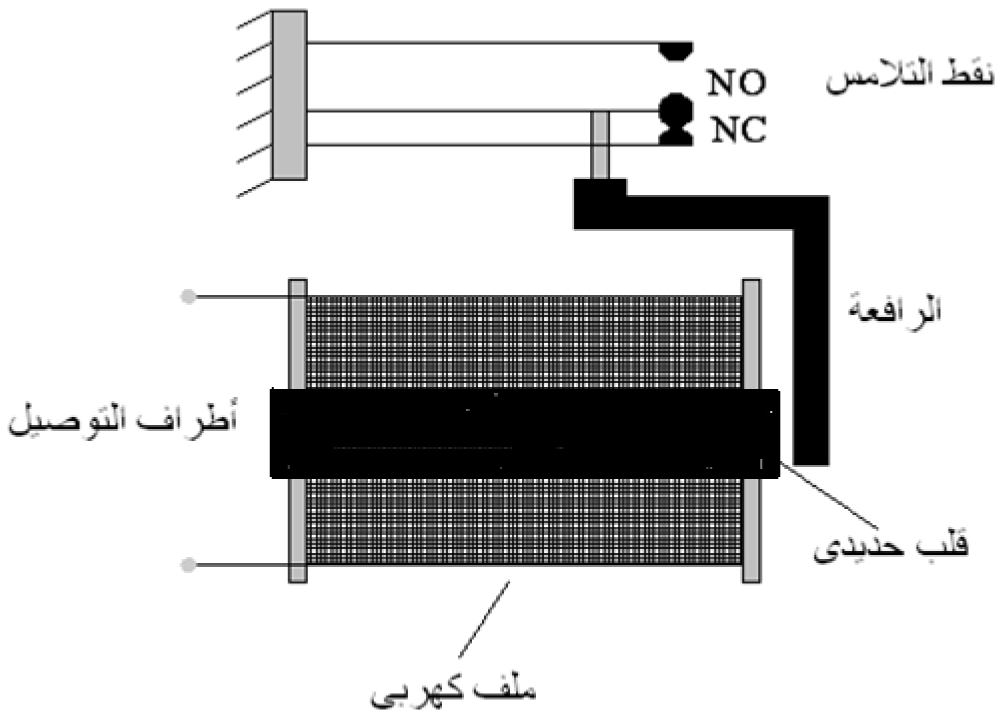
<u>تركيب المرحل (الريلاى)</u>

يتركب الريلاى في أبسط صورة من :

١) ملف كهربي مكون من عدد من اللفات من السلك المعزول ملفوف على قلب من الحديد المطاوع ، ويغذى هذا الملف إما بتيار مستمر أو بتيار متردد حسب تصميم الريلاى .

٢) رافعة مصنوعة من الحديد المطاوع تتحرك أمام القلب الحديدي ومثبت بها ومعزول عنها كهربيا عدداً من نقط التوصيل التي قد تكون متصلة طبيعياً (NC) Normally Closed أو مفتوحة طبيعياً (NO) normally open
ويشمل الريلاى على عدد من نقط التوصيل قد تصل إلى أكثر من ثمانية.

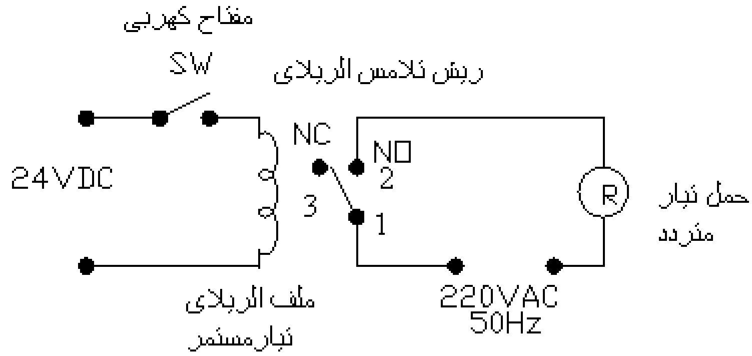
شكل(٢-١) يبين رسم تخطيطي لتركيب الريلاى.



شكل(٢-١) رسم تخطيطي لتركيب الريلاى

نظرية التشغيل

شكل (٢-٢) يبين طريقة توصيل ريلاى ملفه يعمل على جهد تيار مستمر 24V ليغذى حملاً جهده 220V تيار متردد .



شكل (٢-٢)

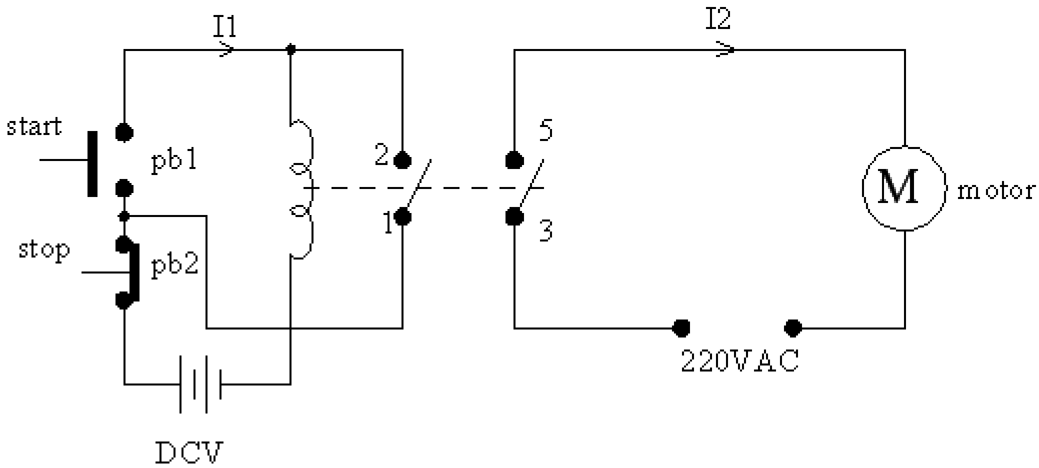
عند توصيل المفتاح الكهربي SW (وضع ON) يمر تيار كهربي من منبع التيار المستمر (DC) في ملف الريلاى فيتكون مجالاً مغناطيسياً بالقلب الحديدي فيقوى على جذب الرافعة وبالتالي تتحرك ريش التوصيل لتغير وضعها (تفصل النقط الموصلة وتوصل النقط المفتوحة) لتوصل النقطة 1 بالنقطة 2 وتفصل النقطة 1 عن النقطة 3 ليمر تيار كهربي من منبع التيار المتردد 220V لتغذية الحمل R .

ملاحظة

يظل الحمل متصلاً بالتيار الكهربي طالما مفتاح التوصيل SW موصل (ON) ، أما في حالة فصله (OFF) يقطع التيار الكهربي عن الحمل . أي أن تغذية الحمل مرتبط باستمرار توصيل المفتاح SW .

هل يمكن استمرار الريلاى في الاحتفاظ بحالته في توصيل التيار الكهربي إلى الحمل حتى بعد فصل المفتاح SW ؟

الدائرة الكهربية المبينة بشكل (٢-٣) تبين الإجابة على هذا السؤال .



شكل (٢-٣) دائرة ريلاى يغذى محرك كهربي

Pb1 ضاغط pushbutton (NO) لبدء الحركة start.

Pb2 ضاغط pushbutton (NC) للتوقف stop.

I1 التيار المستمر المار بملف الريلاى.

I2 التيار المتردد المار بالمحرك M.

M محرك تيار متردد وجه واحد 220V.

طريقة التشغيل :

عند الضغط على الضاغط pb1 يمر تيار كهربي I1 من مصدر التيار المستمر DCV في ملف الريلاى عن طريق pb1 ، pb2 ليسبب مجلاً مغناطيسياً حوله يؤدى إلى جذب الرافعة لتغير وضع ريش التوصيل :

- توصيل النقطة 3 بالنقطة 5 ليمر تيار كهربي I2 من مصدر التيار المتردد 220V إلى المحرك ليبدأ في الدوران.
- توصيل النقطة 1 بالنقطة 2 لتسبب ممر كهربي بالتوازي مع الضاغط pb1 ، وعند تحرير الضاغط (رفع اليد عنه) يستمر مرور التيار I1 خلال نقطتي الاتصال 1,2 لتغذية ملف الريلاى . ونتيجة لذلك يحتفظ الريلاى بحالة التشغيل حتى بعد فصل الضاغط .
- عند الضغط على الضاغط pb2 يقطع التيار عن ملف الريلاى لتعود ريش التوصيل إلى وضع عدم التشغيل فيقطع التيار الكهربي عن المحرك .

مما سبق نجد أن الريلاى احتفظ ميكانيكياً وكهربياً بحالة التشغيل حتى بعد زوال الحالة التي سببت تشغيله (فصل الضاغط) .

٢-٢ النطاطات Flip-Flop

النطاطات وقد تذكر في بعض المراجع العربية **القلابات** أو **الفليب- فلوب** والمسمى الأول والثاني هو الترجمة الحرفية للكلمة الانجليزية **Flip-Flop .**

سوف نتعامل في هذا الكتاب بالمسمى **الفليب- فلوب أو Flip-Flop أو f.f** حيث أنها المسميات الأكثر استعمالاً (الرمز f.f هو اختصار لـ **Flip-Flop**).

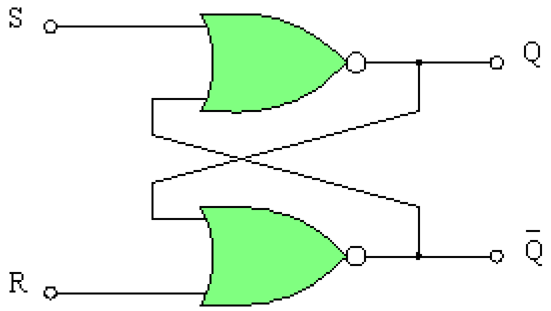
تعريف الفليب- فلوب Flip-Flop

الفليب- فلوب هو العنصر الذى يقوم بالاحتفاظ الكترونياً بإحدى حالتي النظام الثنائي (0,1) ويبقى على هذه الحالة إلى أن تتغير إلى الحالة الثانية عن طريق إشارة أخرى للدخل.

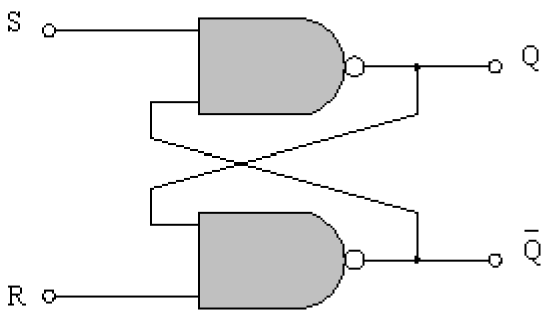
وتتكون دوائر الفليب- فلوب عموماً من البوابات المنطقية ، وبوابة NAND وبوابة NOR من أكثر البوابات المنطقية استعمالاً في تكوين دوائر الفليب- فلوب ، وللفليب– فلوب أنواع كثيرة نذكر منها :

١) الفليب- فلوب من النوع SR

تتركب الدائرة المنطقية الأساسية للفليب- فلوب من النوع SR إما من بوابتي NOR كما في شكل (٢-٤أ) أو بوابتي NAND شكل (٢-٤ب) ، من الشكلين نرى أنة توجد تغذية عكسية من خرج أي بوابة منطقية إلى دخل الأخرى ؛ وهذا ما يسمى بالدوائر التتابعية اللاتزامنية Asynchronous Sequential Circuit ، ولكل فليب- فلوب دخلان (two inputs) S & R وهما الحرفان الأولان من كلمتي SET (بمعنى بدء تشغيل) ، RESET (بمعنى إعادة للوضع السابق أو إعادة التهيئة) .



(٢-٤أ) SR فليب – فلوب باستخدام بوابتي NOR



(٢-٤ب) SR فليب – فلوب باستخدام بوابتى NAND

نظرية التشغيل

لكي نفهم نظرية التشغيل لابد وأن نتذكر أن خرج بوابة NOR يساوى (0) عند أي دخل يساوى (1) ويكون الخرج مساويا (1) فقط عندما تكون جميع القيم المنطقية على الدخل مساوية (0). لتحليل طريقة التشغيل دعنا نبدأ من النقطة حيث نفترض أن في شكل (٢-٤أ) :

١- إذا كانت حالة الدخل S=1 وحالة الدخل R=0 تصبح قيمة الخرج Q=1 وقيمة الخرج $\bar{Q}$ =0 ويحتفظ الفليب- فلوب بهذه الحالة حتى بعد تغير قيمة الدخل من $S = 1$ الى $S = 0$ مع ثبات قيمة $R = 0$.

٢- بعد ذلك إذا طبق دخل على R قيمته تساوى 1 مع ثبات قيمة الدخل $S = 0$

تتغير حالة الدخل لتصبح $Q = 0$ ، $\bar{Q} = 1$ ويحتفظ الفليب- فلوب بهذه الحالة حتى بعد تغير قيمة الدخل من $R = 1$ الى $R = 0$ مع ثبات قيمة $S = 0$.

الخرجان $Q , \bar{Q}$ كل منهما معكوس (مكمل) للآخر (Complement for each other) .

٣- عند تطبيق القيمة المنطقية 1على كل من الدخلين S , R فى نفس الوقت فإن كلا الخرجين $Q , \bar{Q}$ يتحول لحظيا الى القيمة المنطقية 0 وهذه الحالة تخالف مبدأ أن الخرجان $Q , \bar{Q}$ كل منهما معكوساً (مكملاً) للآخر ، وتعتبر هذه الحالة محظورة ويجب تفاديها فى التشغيل العادى .

<u>ويمكن تلخيص خطوات التشغيل في الخطوات الآتية :</u>

١- في بدء التشغيل يجب أن تكون حالة كل من $S = 0$, $R = 0$.

٢- عند وضع قيمة منطقية 1 على الدخل S مع بقاء $R = 0$ تصبح حالة $Q = 1 , \bar{Q} = 0$ وتسمى هذه الحالة حالة SET أو حالة 1 .

٣- عند وضع قيمة منطقية 1 على الدخل R مع بقاء $S = 0$ تصبح حالة $Q = 0 , \bar{Q} = 1$ وتسمى هذه الحالة حالة RESET أو حالة 0 .

شكل (٢-٤ ب) يبين حالة استخدام البوابة المنطقية NAND ، ويمكن تلخيص حالات التشغيل كما يلي:

١- الحالة $S = 0 , R = 1$ تتحول قيمة الخرج الى $Q = 1 , \bar{Q} = 0$ وتسمى حالة SET

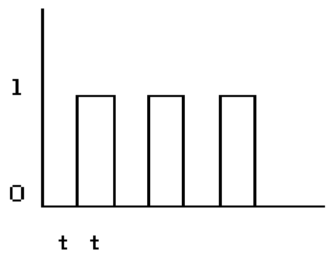
٢- الحالة $S = 1 , R = 0$ تتحول قيمة الخرج الى $Q = 0 , \bar{Q} = 1$ وتسمى حالة RESET .

٣- إذا كانت حالتي الدخل في لحظة ما $R = 0 , S = 0$ فإن القيمة المنطقية لكل من الخرجين $Q , \bar{Q}$ تتحول إلى القيمة المنطقية 1 وهذه الحالة هي الأخرى تخالف قاعدة أن كل من $Q , \bar{Q}$ معكوسا للآخر ، ولذلك يجب تفادى هذه الحالة في التشغيل العادى .

٢) الفليب- فلوب من النوع SR التزامنى Clocked Flip-Flop

تمهيد :

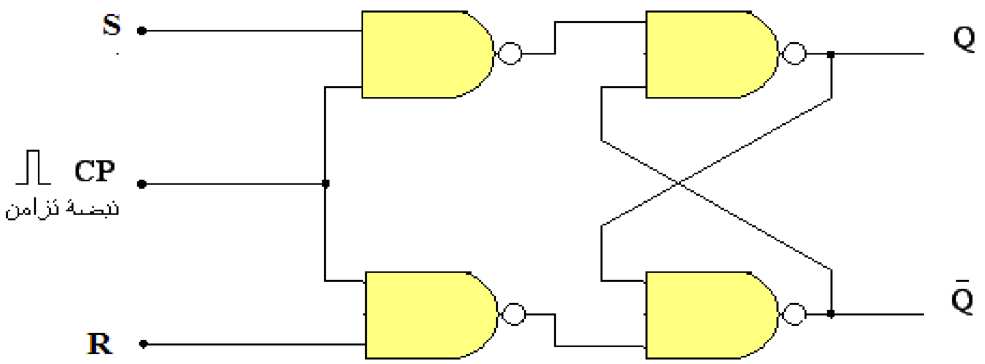
في الدوائر الالكترونية خصوصا الدوائر المنطقية المتزامنة تحتاج إلى نبضات متذبذبة بين قيمة عظمى وقيمة صغرى (0 , 1) ، وتتولد هذه النبضات من جهاز يسمى مولد ذبذبات وهذا الجهاز يولد أنواع كثيرة من الموجات . وما يهمنا في هذا الباب هو الموجة المربعة square wave ذات التردد الثابت كما هو مبين في شكل (٢-٥) .



شكل (٢-٥) الموجة المربعة (النبضات)

تركيبه :

شكل (٢-٦) يبين فليب- فلوب من النوع SR التزامنى ، وهو في أبسط صوره يتركب من بوابتي NOR (فليب- فلوب من النوع SR) مضافاً إليهما بوابتي NAND



شكل (٢-٦) فليب- فلوب من النوع SR التزامنى

خرج البوابتين NAND تظل مساوية للقيمة المنطقية طالما كان الدخل CP مساوية للقيمة المنطقية 0 (النبضة الداخلة إلى CP) بغض النظر عن قيمتي الدخل R , S ، أما عندما تتحول قيمة النبضة الداخلة إلى CP إلى القيمة المنطقية 1 تتحدد قيم الخرج نتيجةً لقيم الدخل المعطى على R ,S وجدول الحقيقة التالي يوضح قيم الخرج الناتج حيث:

١. Q هي القيمة المنطقية للخرج الحالي .

٢. $Q(t+1)$ هي قيمة الخرج بعد إعطاء إشارة الدخل مع تواجد نبضة التزامن .

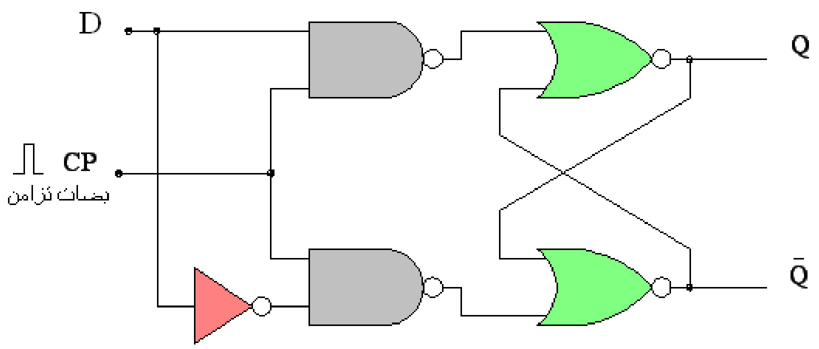
Q	S	R	$Q(t+1)$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	غير معروفة
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	غير معروفة

جدول الحقيقة للفليب- فلوب من النوع SR التزامنى

نلاحظ من جدول الحقيقة عند $R = 1$, $S = 1$ وذلك مع وجود نبضة تزامن أن حالة الخرج تكون غير معروفة (بمعنى حدوث إحدى الحالتين 1 أو 0) ، وذلك يتوقف على ما إذا كانت مدة بقاء القيمة المنطقية 1 على من R, S أكبر من الأخرى قبل تحول نبضة التزامن إلى 0 .

٣) الفليب- فلوب من النوع D D Flip-Flop

شكل (٢-٧) يبين تركيب الفليب- فلوب من النوع D وهو عبارة عن فليب- فلوب من النوع SR ذو البوابتين NOR مضافاً إليهما بوابتي NAND . الدخل D يدخل مباشرةً إلى دخل بوابة NAND الأولى وعن طريق بوابة NOT إلى بوابة NAND الثانية . خرج البوابتين NAND تظل مساوية للقيمة المنطقية 1 طالما كان الدخل CP مساوية للقيمة المنطقية 0 بغض النظر عن قيمتي الدخل R , S



شكل (٢-٧) تركيب الفليب- فلوب من النوع D

وجدول الحقيقة التالي يوضح قيم الخرج الناتج

Q	D	$Q(t+1)$
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

جدول الحقيقة للفليب- فلوب من النوع D

مميزات الفليب- فلوب من النوع D

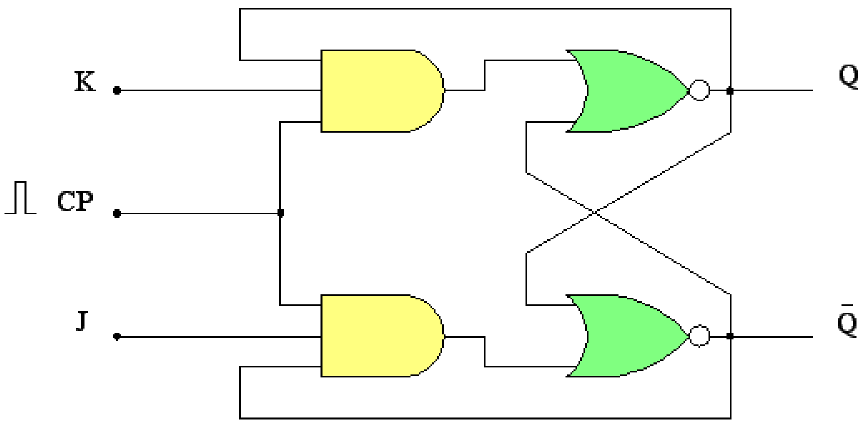
١- لا يمكن حدوث حالة التشغيل الغير مرغوب فيها وذلك نتيجة لوجود بوابة NOT والتي تجعل $R = \bar{S}$ دائماً .

٢- تقليل عدد المداخل إلى دخل واحد بدلاً من دخلين.

٣- يسمى هذا النوع من الفليب – فلوب بالنوع D الماسك D latch

٤) الفليب- فلوب من النوع JK JK Flip-Flop

الفليب- فلوب من النوع JK هو تحسين للفليب- فلوب من النوع SR وذلك لتلافى الحالة الغير مرغوب فيها $Q = \bar{Q}$. الدخلان J ,K يشبهان الدخلان R ,S من حيث حالة SET ، RESET على الترتيب ، شكل (٢-٨) يبين الفليب – فلوب من النوع JK التزامنى وهو عبارة عن فليب- فلوب من النوع SR مضافاً إليه بوابتى AND ذات ثلاثة مداخل .



شكل (٢-٨) الفليب – فلوب من النوع JK

من خواصه إنه عند :

١- عند $J = K = 1$ مع وجود نبضة تزامن $CP = 1$ يحدث عكس لحالة الخرج Q ، فإذا كان الخرج $Q = 1$ يتحول إلى الخرج $Q(t + 1) = 0$

$Q = 0$ يتحول إلى الخرج $Q(t + 1) = 1$

٢- عند $J = K = 0$ مع وجود نبضة تزامن $CP = 1$ فإن $Q(t+1) = Q$ بمعنى أن الخرج يبقى على حالته دون تغيير.

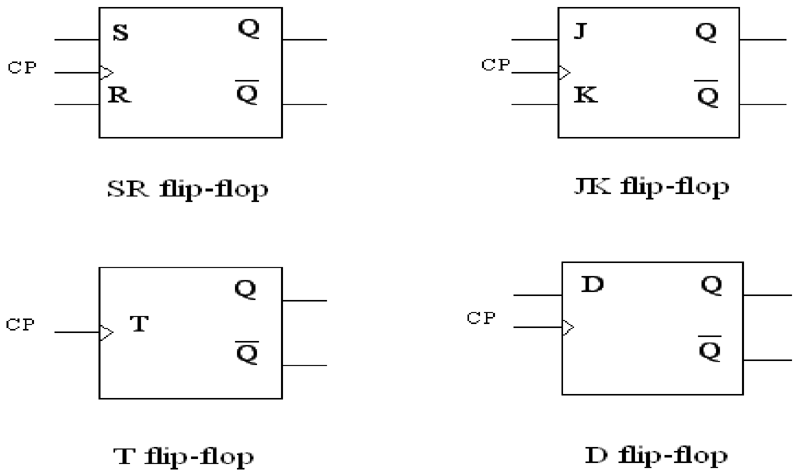
وجدول الحقيقة التالي يوضح قيم الخرج الناتج

Q	J	K	$(t+1)$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

جدول الحقيقة للفليب- فلوب من النوع JK

رموز الفليب- فلوب

قد يصعب علينا بناء الدوائر المنطقية المحتوية على عدة أنواع من الفليب- فلوب بتركيبها الداخلي وعلى ذلك تم استنباط رموز تمثل كل نوع من أنواع الفليب – فلوب . شكل (٢-٩) يبين رموز أنواع الفليب- فلوب



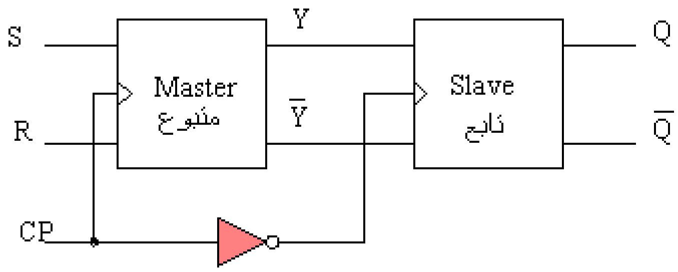
شكل (٢-٩) يبين رموز أنواع الفليب- فلوب

٥) الفليب- فلوب من النوع التابع والمتبوع Master-Slave flip- flop

يتكون هذا النوع من الفليب – فلوب من اثنين من الفليب – فلوب أحدهما يسمى التابع (المنقاد) والثاني يسمى المتبوع (القائد) ، شكل (٢-١٠) يبين دائرة فليب- فلوب من النوع التابع والمتبوع يتركب من اثنين من الفليب – فلوب نوع SR التزامنى ومن الشكل نرى أن نبضة التزامن تصل مباشرةً إلى الفليب – فلوب المتبوع (Master) ومعكوسة بواسطة بوابة NOT إلى التابع (Slave).

نفترض الحالة التي عندها خرج الفليب – فلوب المتبوع $Y = 0$ وخرج الفليب – فلوب التابع $Q = 0$

- عند $S = 1$ ، $R = 0$ مع وجود نبضة تزامن $CP = 1$ يحدث خرج على الفليب – فلوب المتبوع $Y = 1$ ولا يحدث خرج على الفليب – فلوب التابع نتيجة لوجود نبضة تزامن معكوسة عليه $CP = 0$.
- عند تحول نبضة التزامن إلى $CP = 0$ تصل معلومات الفليب – فلوب المتبوع $(Y = 0)$ إلى دخل الفليب – فلوب التابع مع وجود نبضة تزامن معكوسة $(CP = 1)$) ليكون الخرج النهائى $Q = 1$.



شكل (٢-١٠) دائرة فليب- فلوب من النوع التابع والمتبوع

مسجلات الإزاحة Shift Register

مسجلات الإزاحة هي نوع من الدوائر المتتابعة وتستخدم أساسا في تخزين البيانات الرقمية ، وتتركب من مجموعة من الفليب – فلوب توصل في سلسلة متصلة بحيث يكون خرج الفليب – فلوب الأول دخلاً للفليب – فلوب الثاني ، وخرج الفليب – فلوب الثاني دخلاً للثالث ، وهكذا إلى آخر السلسلة . الفليب – فلوب تغذى جميعها من مصدر نبضات تزامن واحد على التوازي .

مسجل الازاحة الى اليمين Right Shift Register

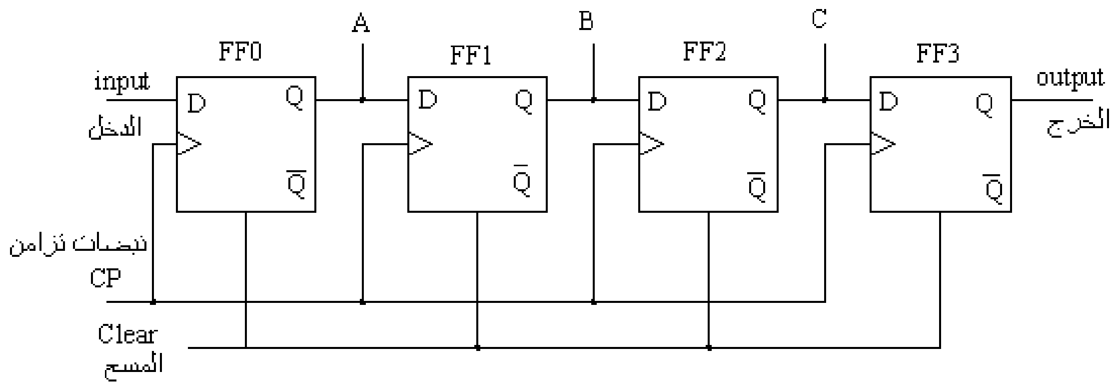
شكل (٢-١١) يبين مسجل إزاحة لليمين مكون من عدد أربعة فليب – فلوب "مسجل إزاحة ذو أربعة خانات " ، من الرسم نجد أن الدائرة تستخدم مصدر مسح واحد Clear وتعمل دائرة مسجل الإزاحة كالأتي :

١- عند وصول نبضة مسح Clear تتحول حالة جميع الفليب – فلوب الى حالة 0 بمعنى لا يوجد أية معلومات مختزنة .

٢- لا يحدث تغيير عند وجود دخل 1 على دخل أول فليب – فلوب FF0 ، ونبضة تزامن تساوى 0 .

٣- عندما تتحول نبضة التزامن إلى 1 يظهر خرج 1 على المرحلة الأولى عند A .

٤- يزاح هذا الخرج الموجود عند A إلى الخرج عند B وذلك بتأثير نبضة تزامن أخرى ، وبالمثل يزاح قيمة الخرج عند B إلى C عند نبضة تزامن ثالثة ، وهكذا إلى آخر مرحلة .



شكل (٢-١١) مسجل إزاحة لليمين

الجدول التالي يبين كيفية إدخال المعلومة ولتكن 0001 إلى مسجل إزاحة إلى اليمين ذو أربعة مراحل:

١- تدخل المعلومة إلى الفليب – فلوب الأول من اليمين إلى اليسار حسب التسلسل 1 ثم 0 ثم 0 ثم 0 .

٢- كل منهم ينتقل إلى المرحلة الرابعة بعد أربع نبضات تزامن .

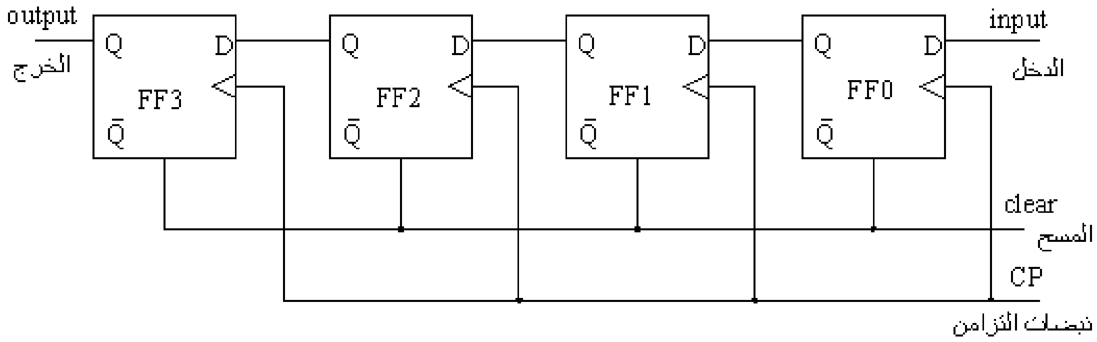
والجدول التالي يبين انتقال المعلومة من مرحلة إلى التالية بعد نبضة تزامن

نبضة التزامن	FF0	FF1	FF2	FF3
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

جدول مراحل انتقال المعلومة في مسجل الإزاحة إلى اليمين

مسجل الازاحة الى الشمال Lift Shift Register

هذا المسجل يشابه في تركيبه النوع السابق ويختلف عنه فقط في طريقة إدخال المعلومات ، حيث تكون من أقصى اليسار وبالتالي تعكس جميع توصيلات المسجل كما هو مبين بشكل (٢-١١) .



شكل (٢-١٢) مسجل إزاحة لليسار

لو أردنا إدخال المعلومة 1010 فإننا نبدأ من أقصى اليسار أي من 1 ثم 0 ثم 1 ثم 0 .

والجدول التالي يبين مراحل انتقال المعلومة

FF3	FF2	FF1	FF0	نبضة التزامن
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	1	0	1	3
1	0	1	0	4

جدول مراحل انتقال المعلومة في مسجل الإزاحة إلى اليسار

٢-٣ المؤقتات الزمنية TIMERS

المؤقتات الزمنية هي نوع خاص من الساعات الزمنية ، وتستخدم المؤقتات الزمنية للتحكم في تسلسل العمليات الإنتاجية ، كما تستخدم ساعات الإيقاف Stopwatch لقياس الوقت اللازم لإنهاء عملية ما ابتداء من الصفر إلى انتهاء زمن العملية .

والمؤقتات الزمنية لها عدة أنواع نذكر منها :

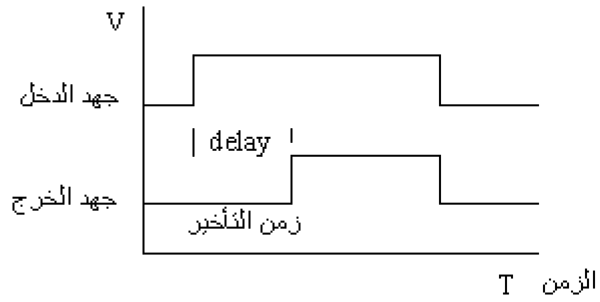
١- المؤقت الزمني الميكانيكي Mechanical Timer .

٢- المؤقت الزمني الكهروميكانيكي Electromechanical Timer .

٣- المؤقت الزمني الالكتروني Electronic (quartz) Timer.

وجميع أجهزة الكمبيوتر وأجهزة المتحكم المنطقي المبرمج (PLC) تشمل مؤقتات زمنية .
ويتحدد مسمى المؤقت الزمني من نوع الخرج الخارج منه :

١- المؤقت الزمني الذي يعطى خرجاً بعد زمن معين ON-delay Timer ، عندما يوصل هذا المؤقت إلى التيار الكهربي المقنن لا يعطي خرجاً في نفس اللحظة ويستمر هذا لفترة زمنية محددة (يتم ضبط المؤقت عليها) ثم بعد ذلك يعطى خرجاً ويستمر هذا الخرج إلى أن يتم فصل التيار الكهربي عن المؤقت فينقطع الخرج في نفس اللحظة ، شكل (٢-١٣) يبين شكل الخرج للمؤقت الزمني
ON-delay. يستعمل هذا المؤقت في دوائر التحكم في بدء حركة محرك استنتاجا بطريقة Δ / Y.



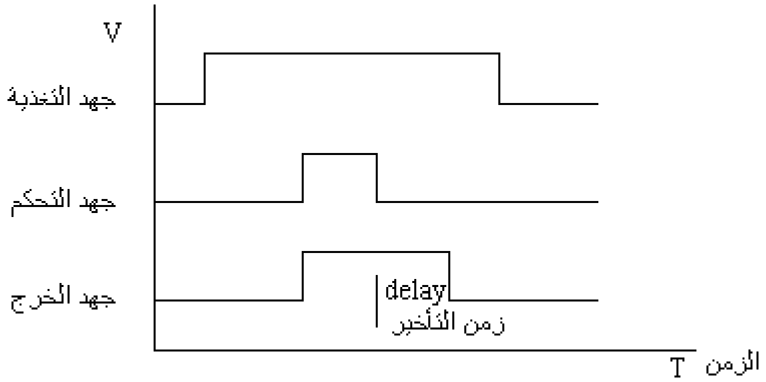
شكل (٢-١٣) شكل الخرج للمؤقت الزمني ON-delay

٢- المؤقت الزمني الذي يستمر خرجه حتى بعد فصل مفتاح التحكم عنه OFF-delay timer، ويجب تغذية هذا المؤقت دائماً بالتيار الكهربي ويتم تشغيل هذا المؤقت عن طريق دخل إضافي يسمى دخل جهد التحكم. فعند توصيل جهد التحكم إلى هذا المؤقت فإنه يعطى خرجاً في نفس اللحظة، وعند فصل جهد التحكم عن المؤقت يستمر هذا الخرج متواجد لفترة زمنية محددة (يتم ضبط المؤقت عليها) ثم بعد ذلك ينقطع الخرج. يستعمل هذا المؤقت في دوائر التحكم وفي إنارة سلم عمارة .

ملاحظة هامة

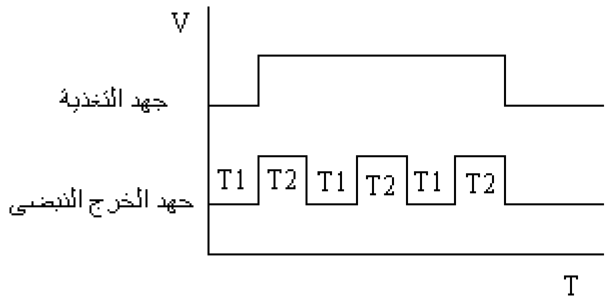
عند قطع جهد التغذية عن هذا المؤقت يتوقف عمله وينقطع الخرج .

شكل (٢-١٤) يبين شكل الخرج للمؤقت الزمني OFF-delay



شكل (٢-١٤) شكل الخرج للمؤقت الزمني OFF-delay

٣- المؤقت النبضي Pulse Timer ويجب أن يغذى أيضا هذا المؤقت بالتيار الكهربي طول فترة التشغيل، وخرج هذا المؤقت عبارة عن سلسلة من النبضات طول زمن فترة كل منهما يمكن ضبطها على الجهاز . شكل (٢-١٥) يبين شكل الخرج للمؤقت الزمني Pulse Timer .



شكل (٢-١٥) شكل الخرج للمؤقت الزمني Pulse Timer

مثال للمؤقتات الزمنية

تعتبر الدائرة المتكاملة 555 من أشهر وأكثر دوائر المؤقتات الزمنية استعمالاً في دوائر التحكم التقليدية وذلك لسهولة استعمالها ورخص ثمنها .

شكل (٢-١٦) يبين مراحل تركيب الدائرة المتكاملة (IC) 555 وبيان توصيل أرجلها كالأتي :

١- رجل رقم 1 (pin 1) توصل بالأرضي Ground .

٢- رجل رقم 2 (pin 2) توصل إلى دخل قدح IC Trigger input .

٣- رجل رقم 3 (pin 3) توصل إلى الخرج Output .

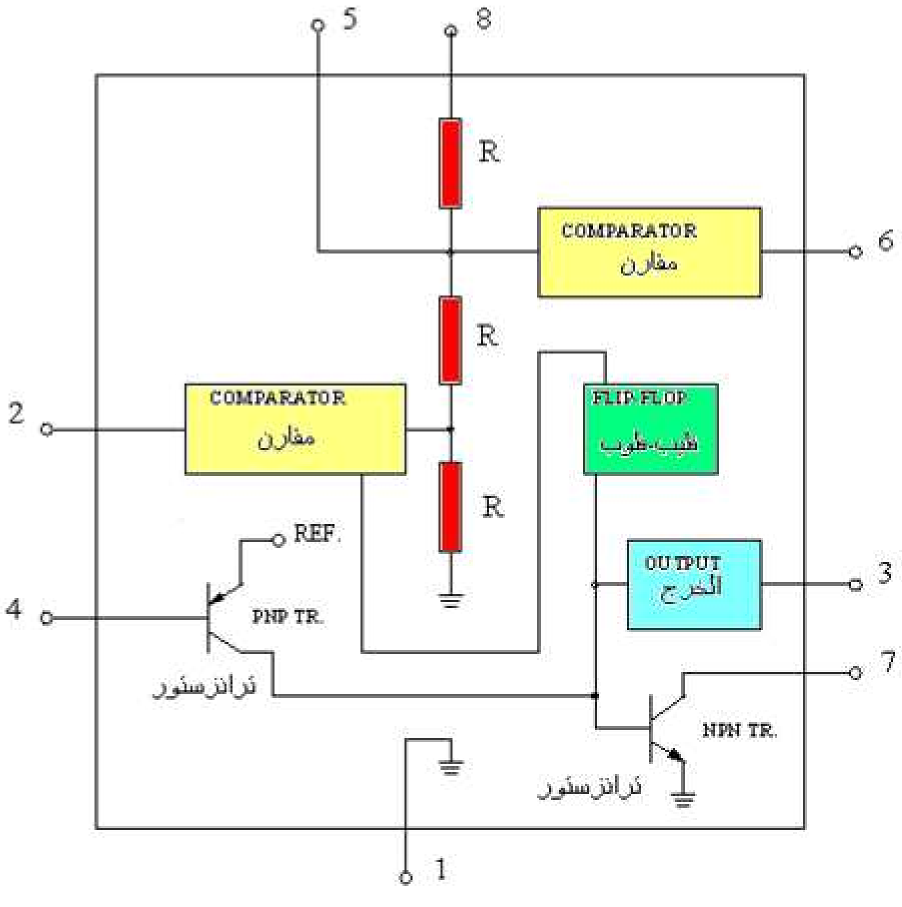
٤- رجل رقم 4 (pin 4) توصل إلى إعادة التهيئة للدخل Reset input .

٥- رجل رقم 5 (pin 5) توصل إلى جهد التحكم Voltage Control .

٦- رجل رقم 6 (pin 6) توصل إلى عتبة الدخل Threshold input .

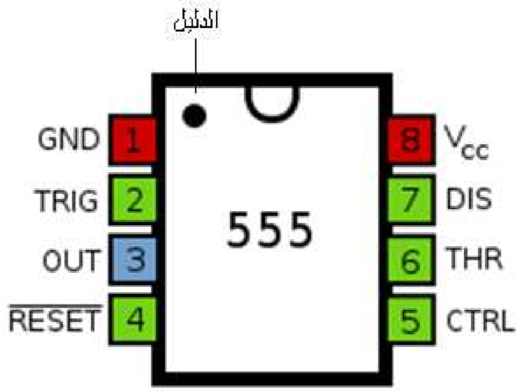
٧- رجل رقم 7 (pin 7) توصل إلى التفريغ Discharge .

٨- رجل رقم 8 (pin8) توصل إلى جهد التيار المستمر Vcc اللازم لتغذية IC والذي تتراوح قيمته من 5V إلى 15V .



شكل (٢-١٦) مراحل تركيب الدائرة المتكاملة (IC) 555

شكل (٢-١٧) يبين كيفية تحديد أرقام أرجل IC 555 ويكون العد ابتداء من الدليل ومن اليسار إلى اليمين عندما تنظر إليها من الأمام .



شكل (٢-١٧) تحديد أرقام أرجل IC 555

شكل (٢-١٨) يبين أحدى صور المتكاملة IC 555 واسمها التجاري LM 555CN



شكل (٢-١٨) صورة للمتكاملة LM 555CN

طريقة العمل

تعتمد نظرية عمل المؤقت الزمني IC 555 على وجود ثلاث مقاومات متساوية تعمل كمجزئ للجهد voltage divider على جهد التغذية Vcc ، ومقارنان Two comparators يوصلا بمجزئ الجهد.

تظل IC 555 ساكنة طالما كان الجهد Vcc على الرجل رقم 2 متواجد وعتبة الدخل رقم 6 Threshold input متصل بالأرضي وأن الجهد Vcc موصل عند الرجل 4 أما الجهد Vcc عند الرجل 5 control voltage يكون غير موصل فتكون IC 555 في حالة

توقف. نتيجة لجميع الحالات السابقة يكون الخرج عند الرجل 3 Output يساوى 0 ، وفي نفس اللحظة يكون ترانزستور التفريغ في حالة وصل Discharge Transistor Turned ON . نتيجة لوجود مجزئ الجهد يكون الجهد عند المقارن الأول يساوى $\frac{1}{3}$ Vcc وأن الجهد عند المقارن الثانى يساوى $\frac{2}{3}$ Vcc .

أسهل طريقة لجعل الجهد عند الرجل 6 يرتفع تدريجياً إلى أن يصل إلى $\frac{2}{3}$ Vcc توصيل مكثف Capacitor C مع المقاومة R وبهذه الطريقة يمكن ضبط الزمن عن طريق اختيار قيمة كل من المقاومة R والمكثف C .

ويمكن تشغيل الدائرة المتكاملة IC 555 في :

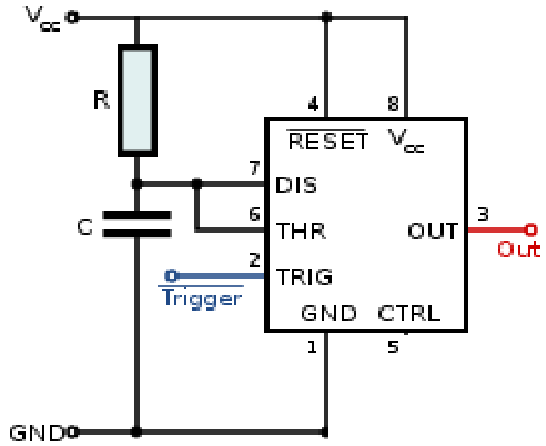
* المذبذبات أحادية الاستقرار Mono-stable Mode .

* المذبذبات الغير مستقرة Astable Mode وقد تسمى متعددة الاهتزازات Multivibrator.

وتعتمد نوع الحالة على طريقة توصيل IC مع الدائرة الخارجية ، بمعنى أنها يمكن أن تعطى نبضة واحدة فقط عند قدحها مرة واحدة أو أن تعطى نبضات مستمرة عن طريق سلسلة من النبضات . وذلك في توقيت زمني يبدأ من الميكروثانية قد يرتفع إلى عدة ساعات .

المذبذب أحادى الاستقرار

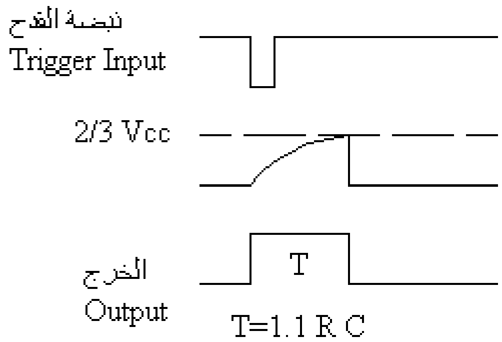
شكل (٢-١٩) يبين طريقة توصيل الدائرة المتكاملة لتعمل كمذبذب أحادى الاستقرار ، ومن الشكل نجد أنه قد تم توصيل مقاومة خارجية ومكثف خارجي مع الرجلين 6,7 بعد قصرهما.



شكل (٢-١٩) الدائرة المتكامل تعمل كمذبذب أحادى الاستقرار

نظام التشغيل

إذا تم قدح المتكاملة IC 555 عن طريق الرجل رقم 2 يتحول الفليب – فلوب إلى الحالة 1 وفى نفس اللحظة يتوقف ترانزستور التفريغ ويبدأ شحن المكثف C عن طريق المقاومة R يصل جهده إلى جهد التحكم والذي يحدده مجزئ الجهد داخل المتكاملة IC 555 ، ليقوم المقارن الأول بإعادة تهيئة الفليب – فلوب Reset ليصبح خرجه الحالة 0 ، وفى نفس اللحظة يعمل ترانزستور التفريغ ليقوم بتفريغ شحنة المكثف C إلى الأرضي . بعد ذلك تصبح الدائرة مهيأة مرة أخرى لأن تقدح بواسطة نبضة ثانية إلى الرجل رقم 2 . شكل (٢-٢٠) يبين الشكل الموجى للدخل والخرج ونبضة القدح.



شكل (٢-٢٠) الشكل الموجى للدخل والخرج ونبضة القدح

حساب فترة التشغيل الزمنية

المعادلة العامة لشحن المكثف هي

$$V= E(1 -e^{-\frac{t}{RC}})$$

حيث

V جهد المكثف عند أي لحظة بالفولت

E جهد المصدر بالفولت

e قاعدة اللوغاريتمات الطبيعية وتساوى 2.718 تقريباً

t زمن الشحن بالثانية

R قيمة المقاومة بالأوم

C سعة المكثف بالميكروفاراد

من المعادلة السابقة يمكن حساب قيمة الزمن t

$$t = 1.1\ RC$$

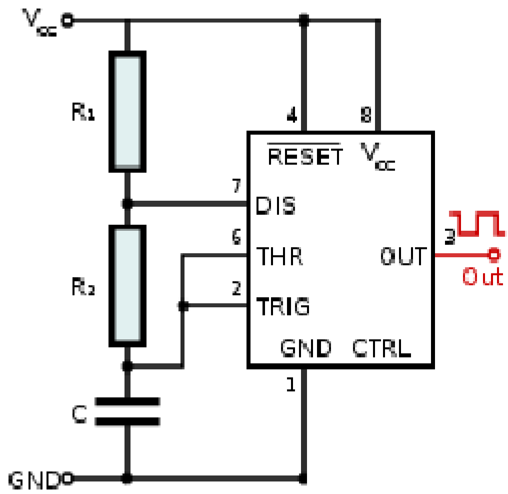
المذبذب متعددة الاهتزازات

شكل (٢-٢١) يبين طريقة توصيل الدائرة المتكاملة لتعمل كمذبذب متعددة الاهتزازات ومنها نرى أنه قد تم توصيل مقاومتين R_1 و R_2 بمكثف الشحن C .

نظام التشغيل

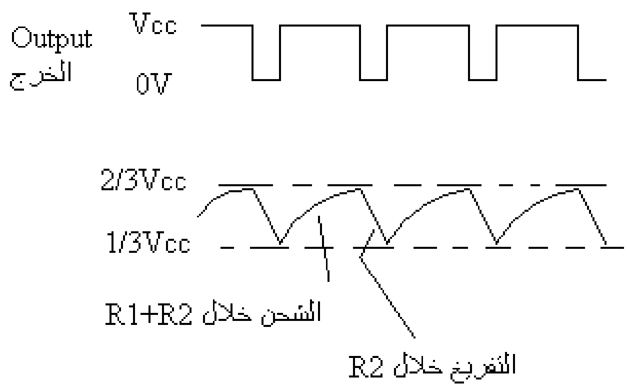
نفترض أن الفليب – فلوب قد بدأ في العمل وأن مقدار الجهد على المكثف C قد وصل إلى 1/2 Vcc ، ليبدأ المكثف في الشحن عبر المقاومتين R_1+R_2 مجتمعتين حتى يصل الجهد على المكثف إلى 2/3 Vcc يبدأ المقارن الأول في العمل ليهيئ الفليب – فلوب للعمل ويقوم ترانزستور التفريغ للعمل ، وهنا يقوم المكثف C بالتفريغ عبر المقاومة R_2 ، ومع اعتبار أن هذا المكثف متصل أيضاً بدخل القدح Trigger فإنه عند وصول جهد المكثف إلى 1/3 Vcc يفتح المقارن الثاني ليحفز الفليب – فلوب للعمل مرة ثانية ، فيتوقف ترانزستور التفريغ عن

العمل ويبدأ شحن المكثف مرة أخرى من خلال المقاومتين R_1, R_2 لنصل إلى نقطة البداية وتستمر في إعطاء خرج متكرر كل فترة زمنية .



شكل (٢-٢١) طريقة توصيل الدائرة المتكاملة لتعمل كمذبذب متعددة الاهتزازات

شكل (٢-٢٢) يبين الشكل الموجي للمذبذب متعدد الاهتزازات



شكل (٢-٢٢) الشكل الموجي للمذبذب متعدد الاهتزازات

زمن الخرج العالي (Vcc=)

$$t2 = 0.7(R_1 + R_2)C$$

زمن الخرج المنخفض (0V=)

$$t2 = 0.7(R_2)C$$

زمن الفترة الإجمالية

$$T = 0.7(R_1 + 2R_2)C$$

٢- ٤ العدادات الرقمية Digital Counter

العداد الرقمي هو عبارة عن دائرة منطقية تعاقبية تعطى خرجا له تسلسل منطقي معين ، وتعتبر العدادات الرقمية من أعظم الدوائر المنطقية وأكثرها استعمالاً ، وهى تتركب من عدد من الفليب – فلوب من النوع D أو T أو JK .

أنواع العدادات الرقمية

١- العداد اللاتزمنى Asynchronous (ripple) Counter

وفيه يتم تغيير قيمة الخانة (Bit) باستخدام نبضات لتغيير حالة الفليب – فلوب .

٢- العداد التزامنى Synchronous Counter

وفيه يتم تغيير قيمة الخانة (Bit) باستخدام نبضات محكومة Control of a single .

٣- العداد العشري Decade Counter وفيه يتم العد من 0 إلى 9 في المرحلة الواحدة وقد يتركب العداد من عدة مراحل .

٤- العداد التصاعدي Up Counter وفيه يتم العد تصاعدياً أي من الأقل قيمة إلى الأكبر قيمة.

٥- العداد التنازلي وفيه يتم العد تنازلياً أي من الأكبر قيمة إلى الأقل قيمة.

٦- العداد التصاعدي التنازلي Up- Down Counter وفيه يتم العد إما تصاعديا أو تنازليا حسب الأوامر المعطاة له.

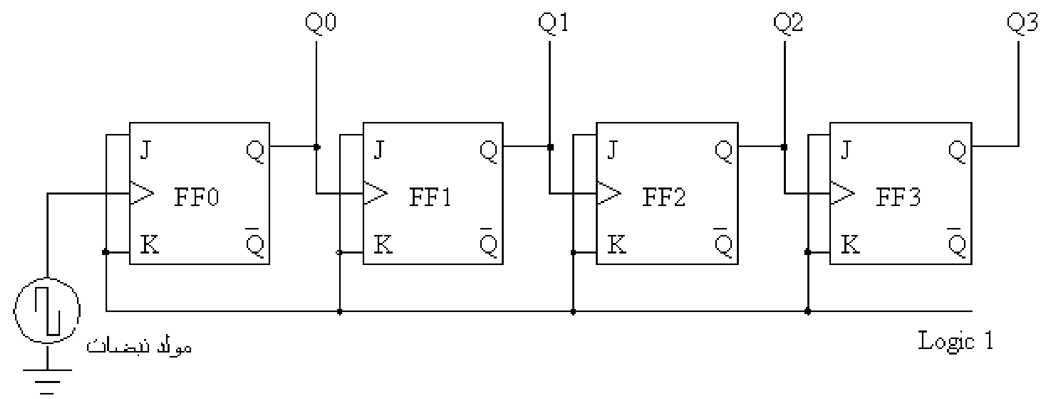
٧- العداد الحلقي Ring Counter ، ويتكون من عدد من المسجلات Registers متصلة بتغذية عكسية (خلفية) على هيئة حلقة .

٨- عداد جونسون Johnson Counter .

لكل من العدادات السابقة استخدمتها المناسبة كما في الساعات الرقمية ، المؤقتات الزمنية المنطقية وأجهزة المتحكم المنطقي المبرمج .
وسنقوم بشرح مبسط لبعض هذه الأنواع (الأكثر استخداما في أجهزة المتحكم المنطقي المبرمج) .

العداد التصاعدي Up Counter

شكل (٢- ٢٣) يبين عداد تصاعدي ذو أربعة خانات ، ويتكون من أربعة فليب – فلوب من النوع JK ، وفيه يوصل خرج الفليب – فلوب الأول (Q) لدخل النبضة CP للفليب – فلوب الثاني وخرج الثاني لدخل النبضة للثالث وهكذا ، مع جعل حالة كل من المدخلين J,K الواحد المنطقي حتى يمكن الفليب فلوب من تغيير حالته مع كل نبضة تزامن . عندما تتغير حالة خرج الفليب – فلوب من حالة 1 الى حالة 0 (تسمى حافة انخفاض) يتم قدح الفليب – الفلوب التالي له . يقوم هذا العداد بالعد من 0 0 0 0 إلى 1 1 1 1 .

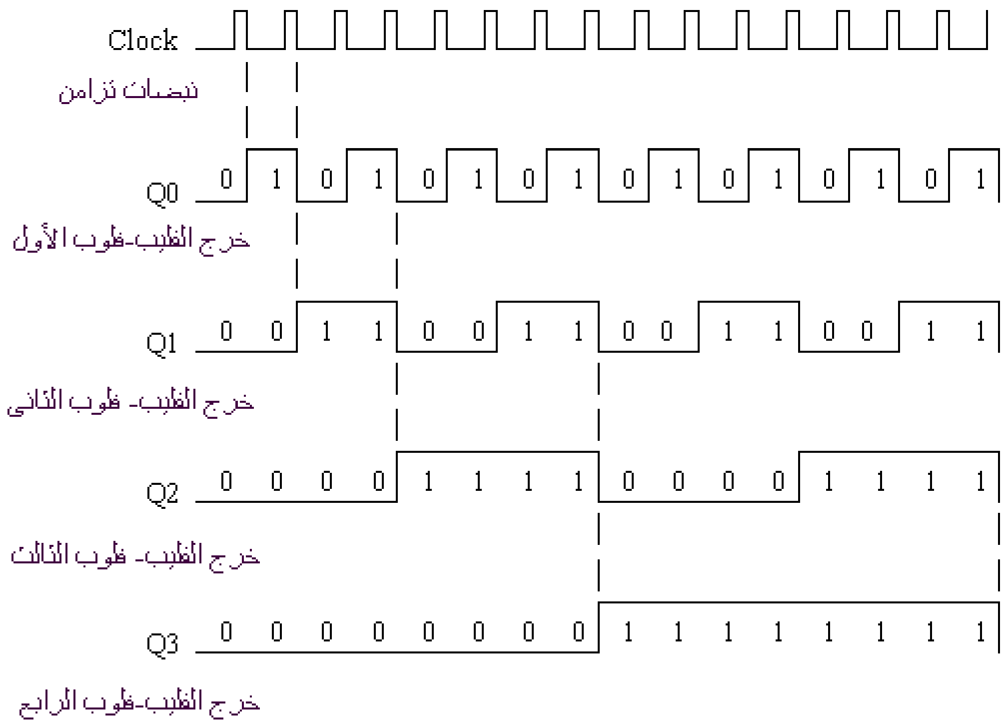


شكل (٢- ٢٣) عداد تصاعدي ذو أربعة خانات

شكل (٢- ٢٤) يبين الشكل الموجي لخرج عداد تصاعدي ذو أربعة خانات متصل بمولد نبضات .
ومن الشكل نجد أن

- خرج الفليب - فلوب الأول يتم عكس حالته المنطقية عند كل حافة انخفاض لنبضة التزامن الصادرة من مولد النبضات .

- خرج الفليب - فلوب الثاني يتم عكس حالته المنطقية بعد نبضتي تزامن .
- خرج الفليب - فلوب الثالث يتم عكس حالته المنطقية 4 نبضات تزامن .
- خرج الفليب - فلوب الرابع يتم عكس حالته المنطقية 8 نبضات تزامن .



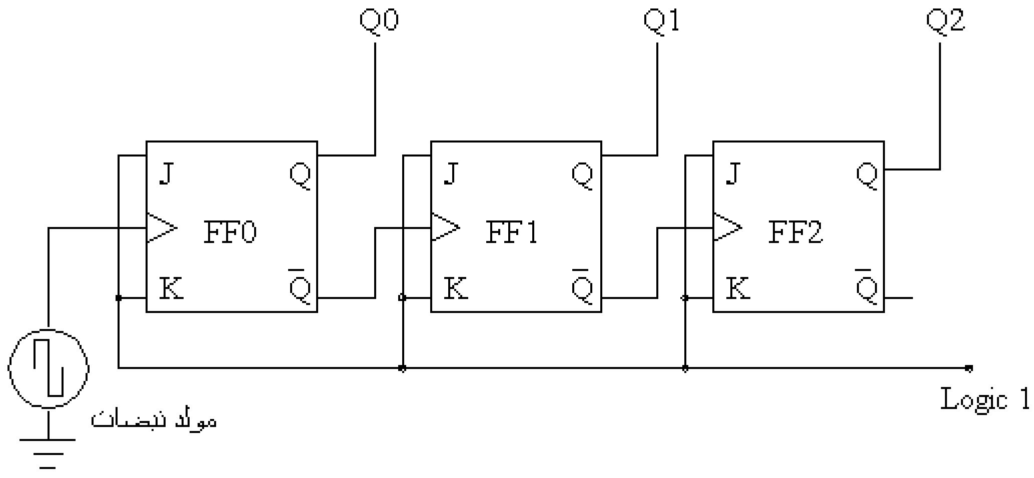
شكل (٢- ٢٤) الشكل الموجي لخرج عداد تصاعدي ذو أربعة خانات

مما سبق يتضح أن مخارج هذا العداد يمثل عدداً ثنائياً مكون من عدة أرقام ، يبدأ العداد بعمل Reset له (أي بوضع كل المخارج عند الحالة 0) ، حيث تتبع عملية العد تتبع الأعداد الثنائية 2^0, 2^1, 2^2, 2^3

العداد التنازلي Down Counter

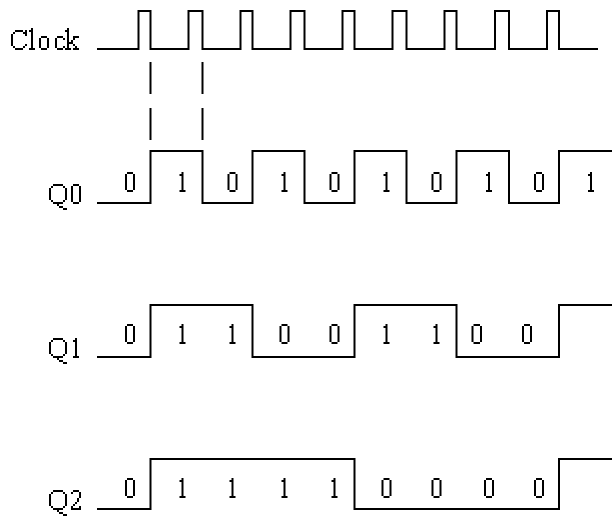
يقوم هذا العداد بالعد تنازليا من 1 1 1 1 الى 0 0 0 0 ، شكل (٢- ٢٥) يبين عداد تنازلي ذو ثلاثة خانات ، ويتكون من 3 فليب – فلوب من النوع JK ، وفيه يوصل الخرج المعكوس للفليب – فلوب الأول ($\overline{Q}$) لدخل النبضة CP للفليب – فلوب الثاني والخرج

المعكوس الثاني لدخل النبضة للثالث وهكذا ، مع جعل حالة كل من المدخلين J,K الواحد المنطقي حتى يمكن الفليب فلوب من تغيير حالته مع كل نبضة تزامن . عندما تتغير حالة خرج الفليب – فلوب من حالة 1 إلى حالة 0 (تسمى حافة انخفاض) يتم قدح الفليب – الفلوب التالي له .



شكل (٢- ٢٥) يبين عداد تنازلي ذو ثلاثة خانات

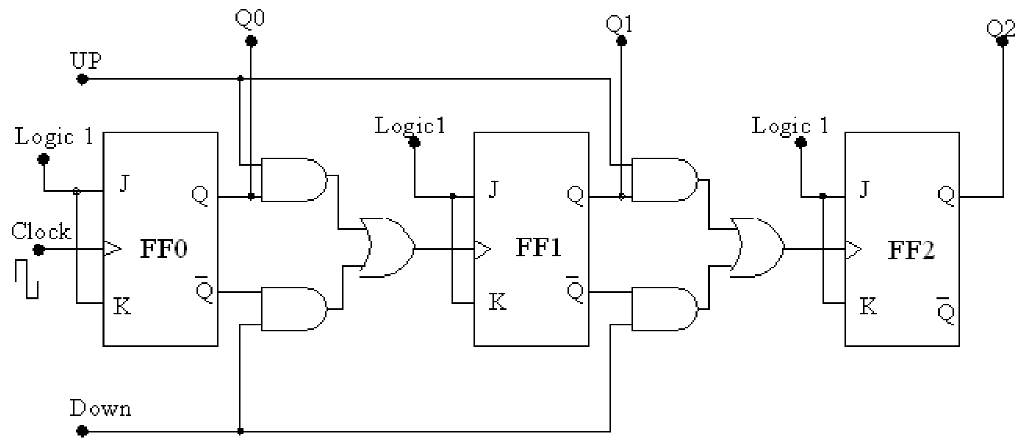
شكل (٢- ٢٦) يبين الشكل الموجي لخرج عداد تنازلي ذو ثلاثة خانات متصل بمولد نبضات.



شكل (٢- ٢٦) الشكل الموجي لخرج عداد تنازلي ذو ثلاثة خانات

العداد التصاعدي التنازلي Up-Down COUNTER

يتم التحكم في العداد التصاعدي – التنازلي عن طريق إشارتي تحكم UP أو Down .
هذا العداد يماثل في تركيبه العداد التصاعدي أو التنازلي فيما عدا أن إشارة نبضة التزامن تدخل لكل فليب – فلوب عن طريق دائرة منطقية مكونة من بوابتين AND وبوابة OR . دخل بوابة AND الأولى هو خرج الفليب - الفليب السابق لها مباشرة (Q) والشارة UP ، أما دخل بوابة AND الثانية فيكون الخرج المعكوس لنفس الفليب – فلوب السابق والإشارة Down . في حين أن دخلى بوابة OR هما خرج بوابتى AND ، أما خرج بوابة OR يمثل نبضة تزامن للفليب – فلوب التالي ، شكل (٢-٢٧) يبين تركيب العداد التصاعدي – التنازلي .



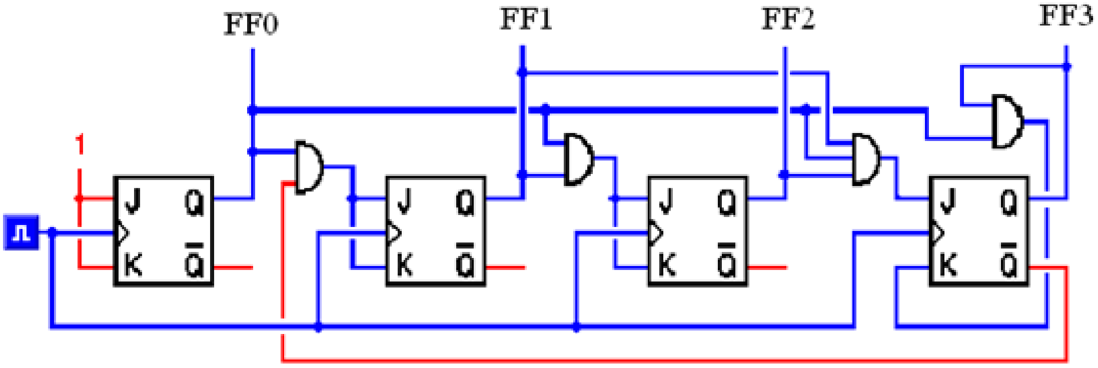
شكل (٢-٢٧) تركيب العداد التصاعدي – التنازلي

عند تسليط إشارة عند الدخل UP ومع وجود خرج Q خارج من الفليب – فلوب FF0 يدخل هذا الخرج كنبضة تزامن إلى الفليب – فلوب FF1 وهكذا ليصبح العداد تصاعدي .

أما إذا تحققت الإشارة Down يتحول الخرج إلى ($\overline{Q}$) للفليب – فلوب FF0 ويدخل كنبضة تزامن للفليب – فلوب FF1 وهكذا ليصبح العداد تنازلي .

العداد العشرى Decade counter (Decimal Counter)

العداد العشري هو أكثر العدادات استعمالاً في الحياة العملية ويتركب هذا العداد من أربعة فليب- فلوب ، شكل (٢-٢٨) يبين تركيب عداد عشري مكون من 4 فليب – فلوب .



شكل (٢-٢٨) يبين تركيب عداد عشرى مكون من 4 فليب – فلوب

في هذا العداد يتم العد حتى الرقم 9 وبعدها يجب تصفير (جميع الخرج يساوى 0) أي عمل Reset، والمشكلة هنا أن قراءة العداد ستكون 0 بدلاً من 10 . والجدول التالي يبين جدول الحقيقة لكيفية العد العشري من العد الثنائي .

الخرج الثنائي				
FF3	FF2	FF1	FF0	العد العشري
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
0	0	0	0	0

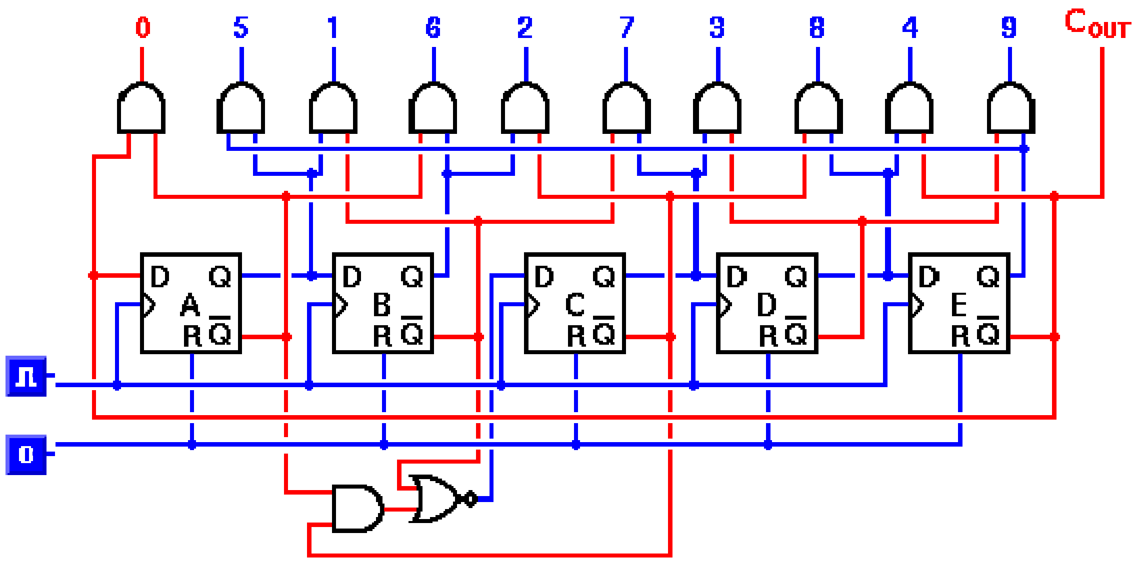
جدول الحقيقة لكيفية العد العشري من العد الثنائي

من هذا التتابع نجد أنه لا توجد مشكلة في الفليب – فلوب FF0 , FF2 ويجب أن يكون خرج FF1 بعد النبضة التاسعة (1) بدلاً من (0) وخرج FF3 (1) بدلاً من (0) ، وقد

أمكن التغلب على تلك المشكلة بإضافة بعض البوابات المنطقية من النوع AND مع استخدام تغذية عكسية من أخر فليب – فلوب إلى دخل ثاني فليب – فلوب ، كما هو مبين بشكل (٢-٢٨) .

عداد جونسون Johnson Counter

في بعض التطبيقات يفضل عداد يعطى قراءة عشرية مباشرة عن القراءة الثنائية ، ويمكن التغلب على ذلك بإضافة دوائر فك الشفرة Decoder Circuit إلى العداد الثنائي مما يسبب زيادة التكاليف والمكونات لإعطاء قراءة رقمية مباشرة. شكل (٢-٢٩) يبين تركيب عداد جونسون ، ومن الشكل نجد أنه مكون من 5 فليب – فلوب والتي يصل خرجها إلى 32 خانة (32 Bit) بالرغم أن العداد ذو أربعة مراحل 16 Bit وقد تم إضافة بعض بوابات AND .



شكل (٢-٢٩) تركيب عداد جونسون

والجدول التالي يبين جدول الحقيقة لكيفية العد العشري من العد الثنائي في عداد جونسون .

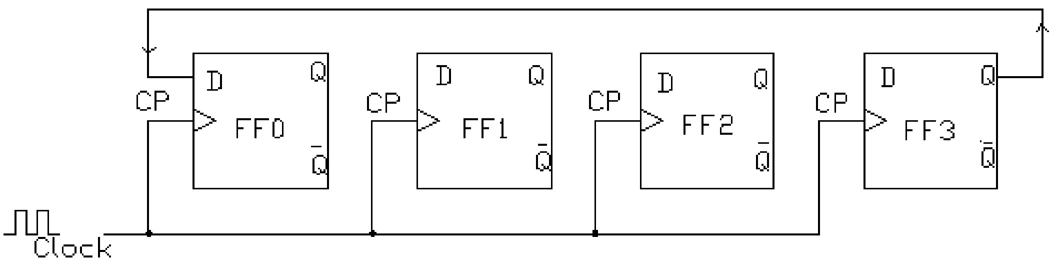
الخرج الثنائي					
A	B	C	D	E	العد العشري
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	2
1	1	1	0	0	3
1	1	1	1	0	4
1	1	1	1	1	5
0	1	1	1	1	6
0	0	1	1	1	7
0	0	0	1	1	8
0	0	0	0	1	9

جدول الحقيقة لكيفية العد العشري في عداد جونسون

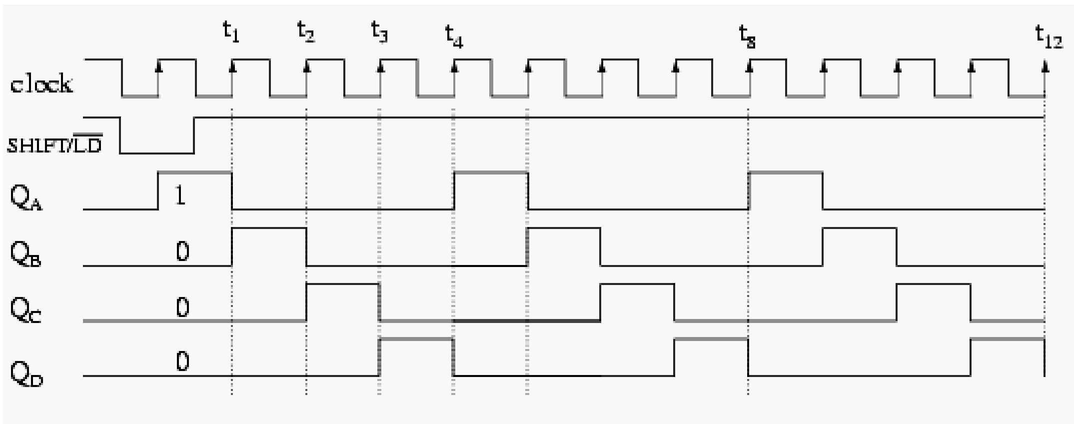
العداد الدائرى Ring Counter

نحصل على العداد الدائري بعد إضافة تغذية عكسية إلى مسجل الإزاحة وذلك من خرج آخر مرحلة إلى دخل أول مرحلة له.

شكل (٢-٣٠) يبين تركيب العداد الدائري وشكل (٢-٣١) يبين المخطط البياني لخرج العداد الدائري ، ومنه نرى أن العد يتكرر كل أربع نبضات t_4, t_8, t_{12}....,



شكل (٢-٣٠) تركيب العداد الدائري



وشكل (٢-٣١) المخطط البياني لخرج العداد الدائري

تمارين على الباب الثاني

١- اشرح تركيب الريلاى.

٢- أرسم دائرة تثبت بها أن الريلاى يمكنه تخزين العملية الميكانيكية الكهربية .

٣- ارسم دائرة فليب – فلوب من النوع SR .

٤- اشرح مع الرسم نظرية تشغيل الفليب – فلوب من النوع SR .

٥- بين بالرسم فقط تركيب فليب – فلوب من النوع D .

٦- ما هي مميزات الفليب – فلوب من النوع D ؟ وضح إجابتك باستنتاج جدول الحقيقة .

٧- اشرح مع الرسم تركيب الفليب – فلوب من النوع JK .

٨- اشرح مع الرسم تركيب الفليب – فلوب من النوع التابع والمتبوع ثم كون جدول الحقيقة.

٩- ما هي مسجلات الإزاحة ؟ أذكر أنواعها .

١٠- ارسم مسجل إزاحة إلى اليمين ثم كون جدول الحقيقة .

١١- ارسم مسجل إزاحة إلى اليسار ثم كون جدول الحقيقة .

١٢- ما هي مسميات المؤقتات الزمنية ؟ ارسم المخطط الزمني الأتجاهى لكل منها.

١٣- كيف تكون دائرة لمذبذب أُحادى الاستقرار باستخدام المتكاملة IC 555 ، اكتب معادلة حساب الزمن t .

١٤- ارسم دائرة للمتكاملة IC 555 لتعمل كمذبذب متعدد الاهتزازات ، اكتب معادلة حساب الزمن t .

١٥- ما هي أنواع العدادات .

١٦- ارسم مراحل تركيب العداد التصاعدي .

١٧- ارسم الشكل الموجى للعداد التصاعدي .

١٨- ارسم مراحل تركيب العداد التنازلي .

١٩- بين بالرسم فقط تركيب عداد جونسون .

٢٠- كيف أمكن التغلب على مشكلة العد إلى رقم 0 بعد العد إلى رقم 9 بدلاً من العد إلى رقم 10 في العداد العشري .

٢١- كيف يمكنك تكوين جدولاً للعد العشري من العد الثنائي في عداد جونسون.

الباب الثالث

استخدام المتحكمات المنطقية في المجالات الكهربية

يحتوى هذا الباب على :

٣-١ التحكم فى الإضاءة
٣-٢ التحكم فى نظم تشغيل محرك استنتاجى
٣-٣ التحكم فى نظم تشغيل تتابعى فى عدد من المحركات

مقدمة

يمكنك أن تنشئ نظام للتحكم في أي حمل ، فمثلاً لو أردت تشغيل وإيقاف محرك كهربي ، سوف تُجرى الخطوات الآتية :

١- تصميم الدائرة الكهربية ورسمها بالقلم على الورق .

٢- إحضار المكونات اللازمة مثل المفاتيح (Switch) والضواغط (Push-button) ، الريليهات (Relays) ، الكونتاكتورات (Contactors) ، أجهزة الحماية (Over Load) ، أسلاك التوصيل .... الخ .

٣- توصيل الأسلاك بين الخرج (المحرك) والدخل (المفاتيح والضواغط ، الريليهات .....) ، وهذا ما يسمى بالـ Hard-wired . ويعتبر البرنامج الموضوع ما هو إلا طريقة توصيل الأسلاك بين الدخل والخرج.

والسؤال الذي قد يتبادر إلى الذهن هل يوجد جهاز يمكنه تنفيذ دوائر التحكم دون اللجوء إلى معظم التوصيلات المعقدة ؟ .

الإجابة بنعم ، يوجد هذا الجهاز ويسمى بالمتحكم المنطقي المبرمج **PLC** وهو اختصار Programmable Logic Controller ، وتتلخص طريقة عمله ، عند وصول إشارة ما إلى نقط دخل الجهاز (Input Points) فإن الجهاز يعطى خرجاً عن طريق نقط الخرج (Output Points) ، وهذا يكون عن طريق برنامج يعطى للجهاز . وبذلك يمكن الاستغناء عن التوصيلات اللازمة في دوائر التحكم التقليدية .

ما هو جهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC ؟

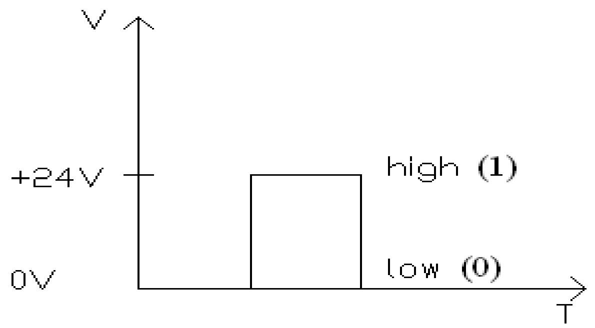
هو جهاز الكتروني رقمي يشتمل على ذاكرة قابلة للبرمجة ، ويمكنه تخزين برنامج يتكون من مجموعة أوامر ذات وظائف معينة مثل البوابات المنطقية gates Logic، العدادات counters ، المؤقتات الزمنية بأنواعها timers ، ريليهات التخزين الداخلية Markers ويطلق عليها أحيانا الأعلام Flags ،كما إنه يمكنه إجراء العمليات الحسابية المنطقية .

مصطلحات فنية

١) الإشارة الرقمية Digital Signal

وهى تعبر عن جهد كهربي تيار مستمر ، لو فرضنا أن جهد المنبع 24 VDC ، فإذا كان جهد الإشارة +24V يقال أن حالة الإشارة الرقمية (1) أو عالية High ، أما إذا كان جهد الإشارة 0V فتكون حالة الإشارة (0) أو منخفضة Low .

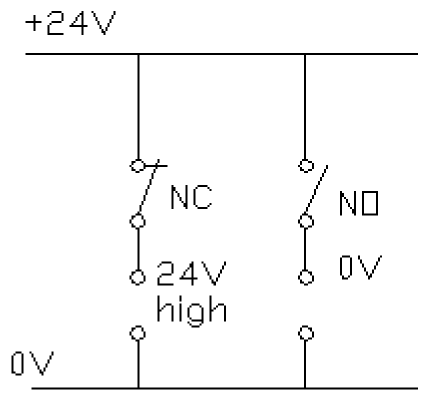
شكل (٣-١) يبين الشكل الموجى لحالة الإشارة الرقمية .



شكل (٣-١) الشكل الموجى لحالة الإشارة الرقمية

ويمكن تمثيل حالة الإشارة الرقمية عن طريق مفاتيح كهربية تتحكم في جهد كهربي، شكل (٣-٢) يبين تمثيل حالة الإشارة الرقمية في دائرة كهربية.

(NO) رمز مفتاح كهربي (ضاغط كهربي) ريشته مفتوحة ، (NC) رمز مفتاح كهربي (ضاغط كهربي) ريشته مغلقة .



شكل (٣-٢) تمثيل حالة الإشارة الرقمية في دائرة كهربية

٢) الإشارة التناظرية **Analog signal**

وتنقسم إلى نوعين

- إشارة جهد وغالباً ما تتغير من 0V إلى 10V (0-10V).
- إشارة تيار وغالباً ما تتغير من 4mA إلى 20mA (4-20mA).

مثال للإشارة التناظرية

إذا ركب جهاز قياس السرعة (مولد التاكوميتر) على محرك ، فإذا كان جهاز قياس السرعة يولد فولت واحد لكل 300 لفة /دقيقة (نسبة التحويل 300 RPM/Volt) ، في لحظة ما كان الجهد المتولد 4.5V . احسب سرعة المحرك .

الحـل

السرعة = الجهد المتولد × نسبة التحويل

= 4.5 × 300 = 1350 لفة / دقيقة (1350 RPM)

فرق الجهد المتولد على طرفي التاكوميتر ليس ثابتاً بل يتغير مع سرعة المحرك ويعطى قراءة فولت تتناسب مع سرعة المحرك وهذا ما يسمى بالإشارة التناظرية .

٣) الخانة البت **Bit**

هو مكان لتخزين إشارة رقمية واحدة إما 0 أو 1

1	أو	0

٤) البايت Byte

يتكون البايت من ثماني خانات (8 Bits) يخزن بها ثماني إشارات رقمية

1	0	1	0	1	1	0	0

٥) الكلمة Word

تتكون الكلمة من 16 بت يخزن بها 16 إشارة رقمية ، أي أن الكلمة تساوى 2 بايت .

تركيب المتحكم المنطقى المبرمج PLC

يتركب جهاز PLC في أبسط صوره من :

- **مكونات صلبة**

١- معالج العمليات الحسابية CPU (اختصار Central Processing Unit) ، وهو العنصر الأساسي المسئول عن تنفيذ البرنامج الموضوع .

٢- وحدة الدخل ، Input Unit وهى تستقبل إشارات الدخل القادمة من النظام المراد التحكم فيه ثم ترسلها إلى المعالج UPS ، وتنقسم وحدة الدخل إلى :

- وحدة دخل رقمية Digital Input .
- وحدة دخل تناظرية Analog Input .

تختلف عدد نقاط الدخل في وحدة الدخل من جهاز إلى آخر ، فقد يبدأ من 4 نقاط ليصل إلى عدة مئات من النقاط (في التطبيقات الكبيرة) .

٣- وحدة الخرج Digital Output ، وهى تستقبل معلومات الخرج من وحدة UPS وتقوم بإخراجها إلى الأحمال الخارجية . خرج هذه الوحدة إما أن يكون عن طريق ريليهات Relays أو عن طريق ترانزستورات Transistors .

وتنقسم وحدة الدخل إلى :

- وحدة خرج رقمية Digital Output .
- وحدة خرج تناظرية Analog Output .

كما تختلف عدد نقاط الخرج في وحدة الخرج من جهاز إلى آخر ، فقد يبدأ من 4 نقاط ليصل إلى عدة مئات من النقاط (في التطبيقات الكبيرة) .

ملاحظة

تختلف أجهزة PLC من حيث نوع (مستمر أو متردد) وقيمة (24V or 48V or 110Vor220V) جهد تشغيل الجهاز وكذلك الجهد اللازم للدخل والجهد اللازم للخرج.

وحدة البرمجة

وهى المسئولة عن إدخال المعلومات اللازمة لتشغيل الجهاز ، وقد تكون هذه الوحدة متنقلة أو ثابتة ضمن مكونات الجهاز .

- يعتبر الكمبيوتر الموضوع في غرفة التحكم الرئيسية وحدة أساسية في برمجة جهاز PLC . شكل (٣-٣) يبين صورة لجهاز كومبيوتر يصلح لبرمجة جهاز PLC



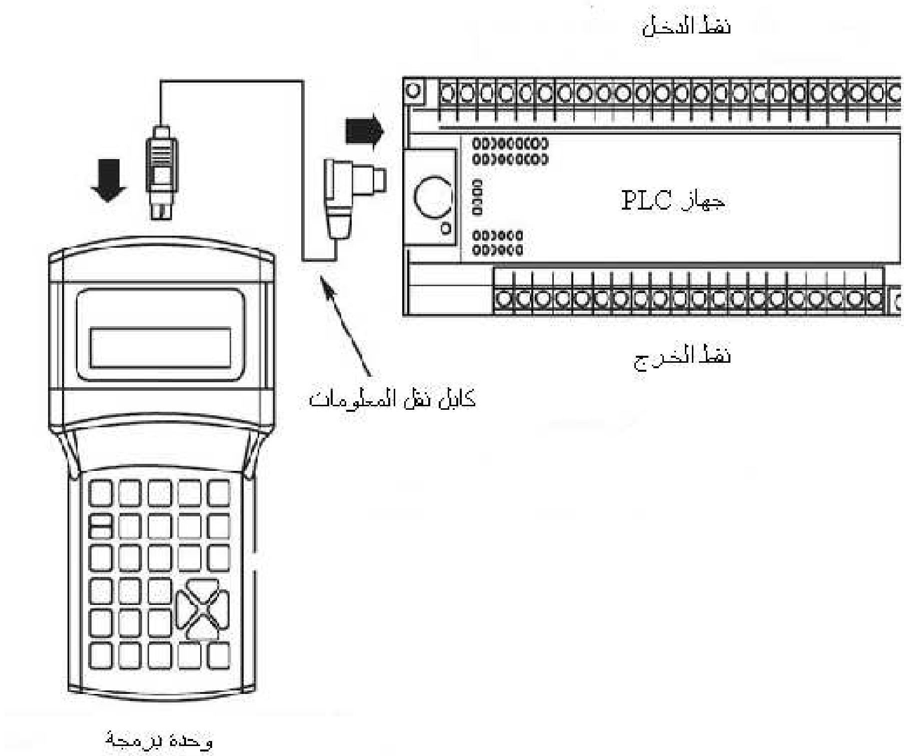
شكل (٣-٣) صورة لجهاز كومبيوتر يستخدم لبرمجة جهاز PLC

- وحدة متنقلة تستخدم للبرمجة Hand-Held Programmer وتوصل بجهاز PLC عن طريق كابل خاص . شكل (٣-٤) يبين صورة لجهاز برمجة متنقل



شكل (٣-٤) صورة لجهاز برمجة متنقل

شكل (٣-٥) يبين رسم تخطيطي لتوصيل جهاز برمجة متنقل إلى جهاز PLC .



شكل (٣-٥) رسم تخطيطي لتوصيل جهاز برمجة متنقل إلى جهاز PLC

- بعض الأجهزة الصغيرة تشمل وحدة برمجة ، شكل (٣-٦) يبين جهاز PLC صغير يشمل على وحدة برمجة ، ومن الشكل نرى أن عدد نقط الدخل ثمانية ، وعدد نقط الخرج أربعة من النوع Relays .

وحدة التغذية Power Supply

تغذى هذه الوحدة من مصدر تيار متردد خارجي ثم تقوم بعملية تقويم للتيار المتردد Rectification واخراجة بالقيمة المناسبة لتغذية الجهاز ووحدتي الدخل والخرج (في معظم التطبيقات يوجد وحدات تغذية منفصلة لكل من تغذية جهاز PLC ، ووحدة الدخل، ووحدة الخرج) .

شكل (٣-٦) يبين وحدة تغذية ، Power Supply تغذى من منبع تيار متردد 220V AC لتعطى جهد كهربي مستمر 24V DC ملحقة بجهاز PLC .



شكل (٣-٦) يبين جهاز PLC من النوع الصغير ملحق به وحدة تغذية

البرنامج Software

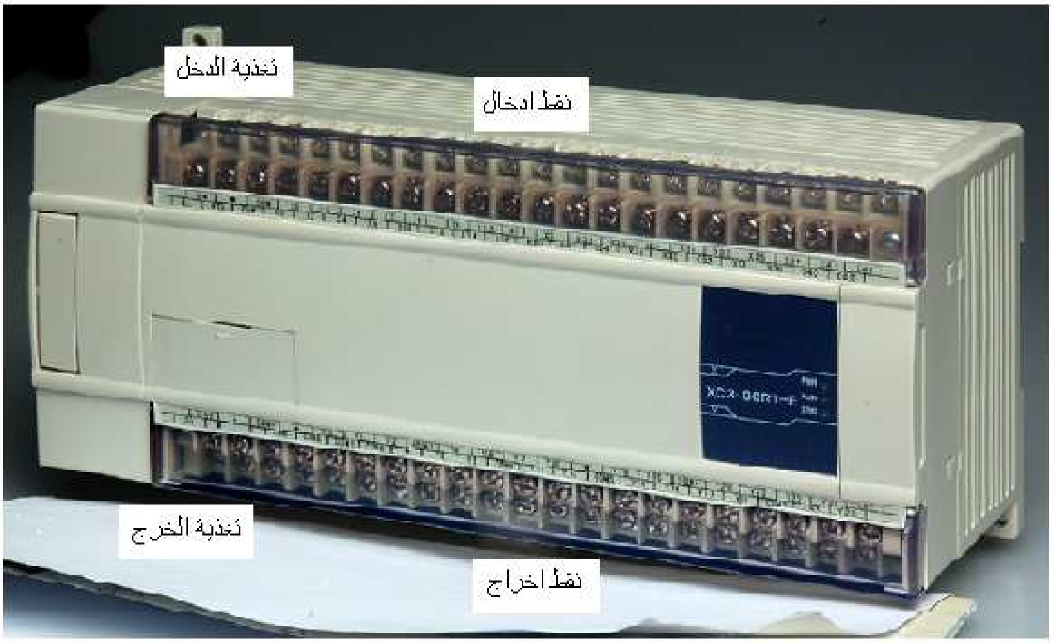
برنامج التحكم وهو ما يعرف بالسوفت وير Software وهو لازم ومهم جدا لكي يعمل الجهاز ، ويختلف البرنامج من شركة إلى أخرى ومن موديل إلى موديل آخر ، يُحمل هذا البرنامج من وحدة البرمجة إلى جهاز PLC لكي يتمكن من تنفيذ الأوامر .

يُوجد نوعان من أجهزة التحكم المبرمج PLC :

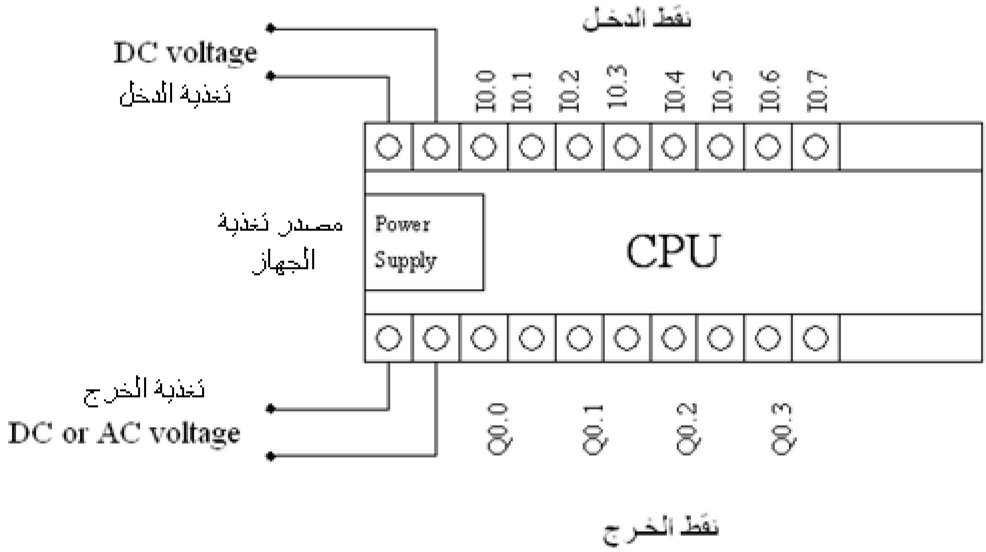
النوع الأول

جهاز المتحكم المبرمج المتكامل Compact type ، ويحوى جميع مكونات الجهاز في غلاف واحد . حجم هذا الجهاز صغير ، ويستخدم في التطبيقات الصناعية الصغيرة ،في بعض الأجهزة يمكن إضافة وحدات توسعية لزيادة نقط الدخل أو الخرج Input , Output

Extension Modules . شكل(٣-٧أ،ب) يبين صورة ومخطط لجهاز PLC متكامل بدون وحدة برمجة.



شكل(٣-٧أ) صورة لجهاز PLC متكامل Compact type



شكل(٣-٧ب) مخطط لجهاز PLC متكامل Compact type

النوع الثانى

الجهاز المتحكم المبرمج المتكون من عدة وحدات Module type ويتكون من الوحدات الآتية :

١- وحدة التغذية بالتيار الكهربي Power Supply Module .

٢- وحدة الدخل الرقمي Digital Input Module.

٣- وحدة الدخل التناظري Analog Input Module.

٤- وحدة الخرج الرقمي Digital Out Module .

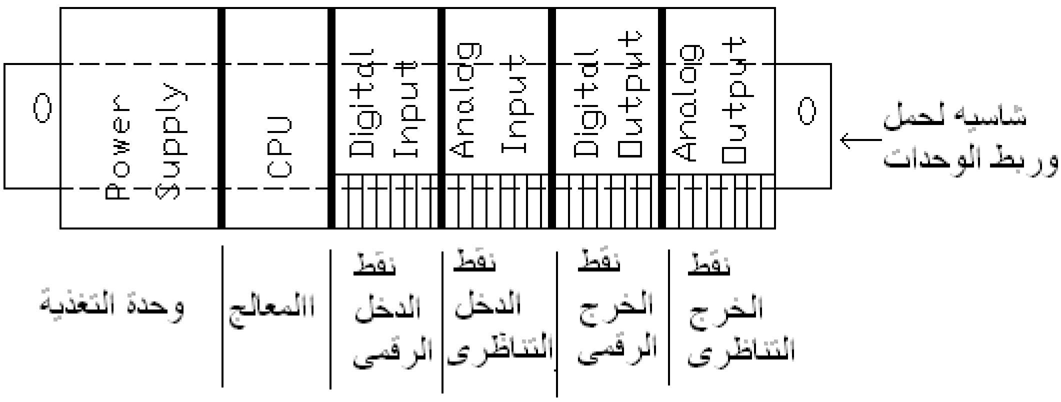
٥- وحدة الخرج التناظري Analog Output Module .

٦- وقد يوجد وحدات أخرى ذات تشغيل نوعى معين (خارج دراستنا هذا العام) .

تركب جميع هذه الوحدات Modules أو بعضها على شاسيه لربط هذه الوحدات كهربياً والكترونياً . شكل (٣-٨أ،ب) يبين صورة ومخطط لجهاز PLC متعدد الوحدات Module type .



شكل (٣-٨أ) صورة لجهاز PLC متعدد الوحدات Module type



شكل (٣-٨ب) مخطط لجهاز PLC متعدد الوحدات Module type

تجهيز جهاز PLC للعمل

لتجهيز جهاز الـ PLC للعمل يجب إجراء العمليات الأتي:

١- التوصيلات الكهربية وتشمل :

أ- توصيل نقط دخل الجهاز الرقمية بوسائل الإدخال الخارجية المطلوبة مثل الضواغط Push Buttons ، المفاتيح Switches ، مفاتيح نهاية المشوار limit Switches ، نقطتي ريشة تلامس جهاز الحماية ضد زيادة الحمل Over Load ، مفاتيح العوامات Floating Switches ...... الخ .

ب- توصيل نقط دخل الجهاز التناظرية بوسائل الإدخال التناظرية الخارجية (إن وجدت) مثل أجهزة قياس درجة الحرارة ، أجهزه قياس السرعة وأجهزة قياس الضغط ......الخ .

ت- توصيل نقط خرج الجهاز الرقمية بأطراف الخرج الخارجية مثل الريليهات ، الكونتاكتورات Contactors ،الصمامات الكهربية Solenoid Valves ، لمبات البيان Indication Lamps .....الخ .

ث- توصيل نقط خرج الجهاز التناظرية بأطراف الخرج الخارجية (إن وجدت) مثل تغيير سرعة محرك ، صمامات التحكم القابلة للتغيير ، صمامات دخول الوقود للأفران ..... الخ .

جميع نقط التوصيل قد تستخدم جميعها أو بعضاً منها وفقاً للدائرة المطلوب تنفيذها .

٢- البرنامج Software : بعد عمل التوصيلات اللازمة لابد من تحميل برنامج يحتوى على جميع الأوامر المطلوب تنفيذها بطريقة منطقية فى عملية التحكم .

ملاحظة

سوف ندرس في هذا الباب طرق عمل التوصيلات للدخل والخرج والتغذية لدوائر التحكم المختلفة ، أما في الفصل الرابع فسوف ندرس طرق البرمجة بلغات الـ PLC المختلفة .

الشروط الواجب إتباعها عند عمل توصيلات أجهزة PLC :

١- تحديد وإحصاء عدد المداخل ونوعها وكذلك المخارج ونوعها (يجب تحديد وفصل الدخل عن الخرج بكل دقة وعناية وعدم الخلط بينهما) .

٢- معرفة قيمة الجهد الكهربي ونوعيته (متردد أو مستمر) اللازم لتشغيل الجهاز .

٣- معرفة قيمة الجهد الكهربي ونوعيته اللازم لتغذية الدخل (هل هو داخلي من الجهاز أو مصدر خارجي).

٤- معرفة قيمة الجهد الكهربي ونوعيته اللازم لتغذية الخرج (في معظم الأحوال مصدر خارجي).

٥- نوع الدخل (رقمي أو تناظري) (Digital or Analog) .

٦- نوع الخرج (رقمي أو تناظري) (Digital or Analog) .

شكل (٣-٩) يبين كيفية عمل التوصيلات لأحد أجهزة PLC : متضمناً المعلومات الآتية

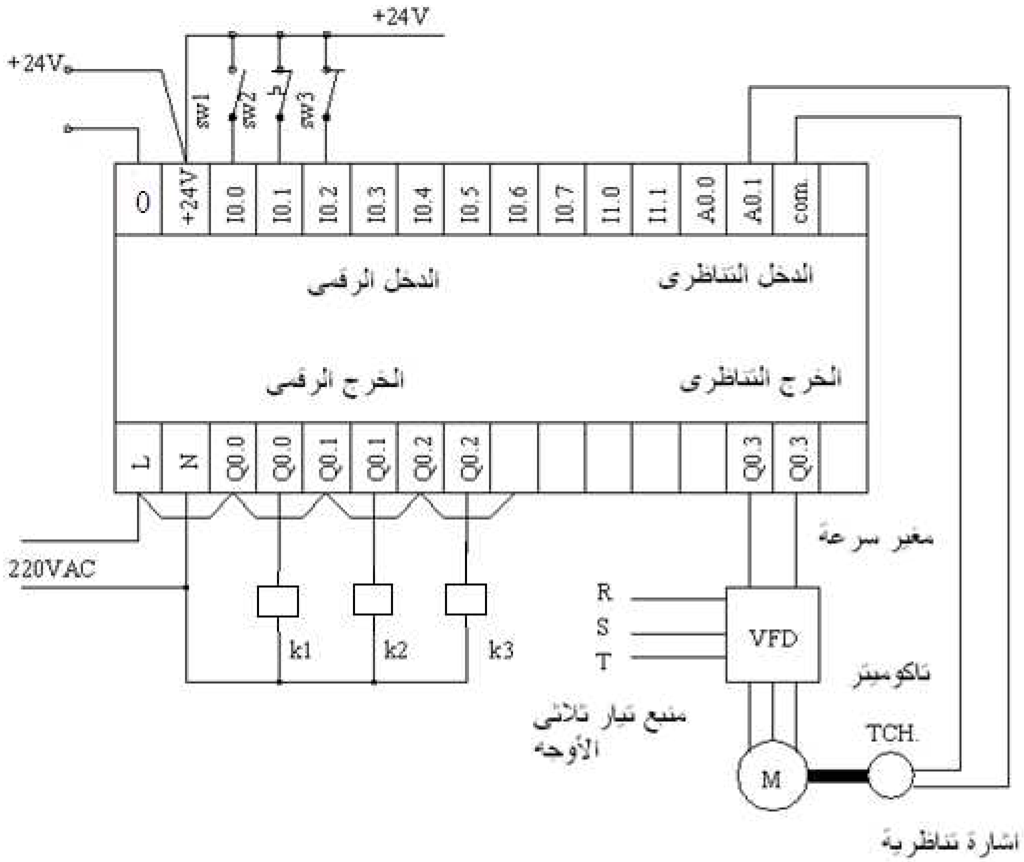
١- يُغذى جهاز الـ PLC بجهد مستمر خارجي 24V (أو حسب مواصفات الجهاز) .

٢- تغذى المداخل الرقمية digital inputs بنفس الجهد المستمر الخارجي عن طريق المفاتيح الكهربية الآتية :

SW1 مفتاح كهربي أو ضاغط NO لبدء الحركة Start ، SW2 مفتاح كهربي أو ضاغط NC للتوقف Stop ، SW3 مفتاح كهربي أو ضاغط NC للتوقف Stop عند حدوث زيادة الحمل وقد يسمى O.L .

٣- تغذى المداخل التناظرية Analog Input عن طريق طرفي التاكوميتر الذي يعطى خرج 0-10V .

٤- تغذى الأحمال الرقمية Digital Output (ملفات الكونتاكتور K1 , K2 , K3) عن طريق منبع تيار متردد 220V (حسب مواصفات الجهاز والجهد المناسب للأحمال) .



شكل (٣-٩) كيفية عمل التوصيلات لأحد أجهزة PLC

استخدام المتحكمات المبرمجة

٣-١ التحكم في الأضاءة

مثال (٣-١)

المطلوب التحكم في شدة إضاءة ملعب كرة قدم يضاء بواسطة كشافات ميتل هاليد Metal halide موضوعة على أبراج بالنظام الأتي :

- عدد الأبراج ستة .
- مركب بكل برج 9 كشافات قدرة كل منها 500W .

المطلوب باستخدام جهاز PLC عمل التوصيلات فقط للحصول على ثلاثة مستويات من شدة الإضاءة :

١- باستخدام ثلاثة مفاتيح كهربية فقط .

٢- باستخدام مفتاح كهربي واحد ، ومؤقتات زمنية Timers .

الحــل

عدد الكشافات الكلية

$N = 9x6 = 54$ كشاف

عدد كشافات المستوى الأول للإضاءة

$N1 = 54x\frac{1}{3} = 18$ كشاف

ثلاثة كشافات بكل برج

عدد كشافات المستوى الثانى للإضاءة

$N2 = 18x2 = 36$ كشاف

ستة كشافات بكل برج

عدد كشافات المستوى الثالث للإضاءة

$N3 = 54$ كشاف

جميع الكشافات

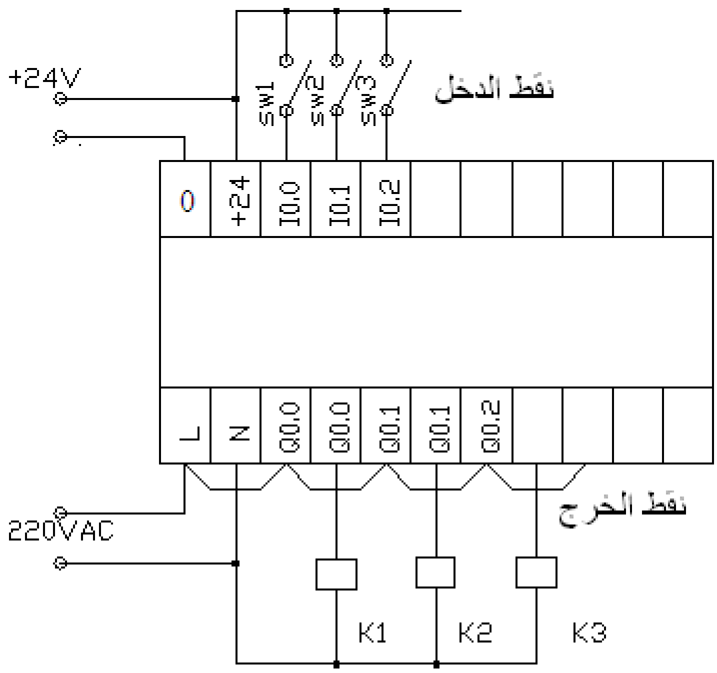
تسعة كشافات بكل برج

الأدوات المطلوبة

- ثلاثة مفاتيح قدرة صغيرة لتسمح فقط بمرور تيار الإشارة الرقمية إلى PLC .
- ثلاثة كونتاكتورات مناسبة لقدرة ثلث الأحمال (18x500 W) مع ملاحظة أن يكون جهد ملف تشغيل الكونتاكتور مناسب لجهد خرج PLC.

١- استخدام ثلاثة مفاتيح كهربية فقط

شكل (٣-١٠) يبين طريقة التوصيل على جهاز PLC للحصول على ثلاثة مستويات للإضاءة ،حيث SW1 , SW2 , SW3 ثلاثة مفاتيح من النوع NO تُوصل بدخل الجهاز ، K1 , K2 , K3 ملفات تشغيل الكونتاكتورات تُوصل بخرج الجهاز .



شكل (٣-١٠) طريقة التوصيل على جهاز PLC للحصول على ثلاثة مستويات للإضاءة

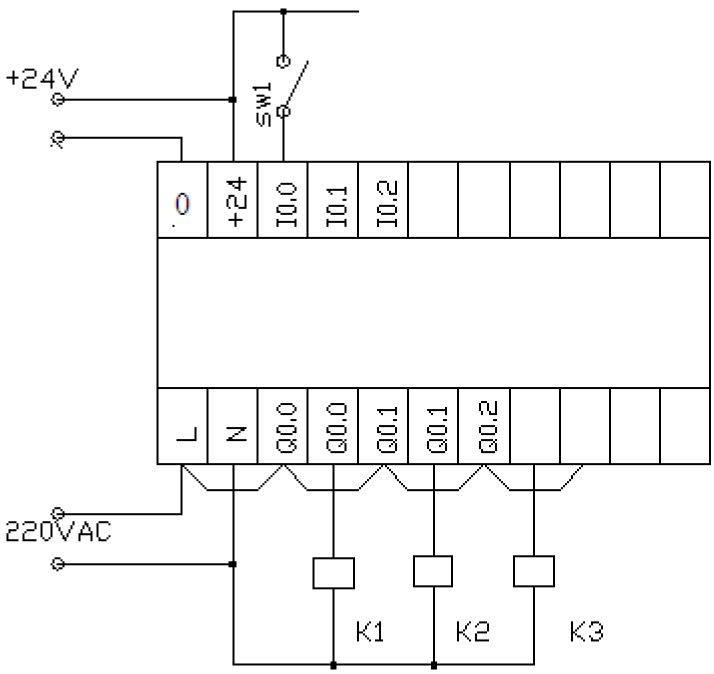
٢- استخدام مفتاح كهربي واحد ، ومؤقتات زمنية Timers

أما إذا أردنا تشغيل مجموعات الإضاءة عن طريق مؤقتات زمنية Timers فسوف نستغني عن مفتاحين من المفاتيح الثلاثة ونستخدم المؤقتات الزمنية الموجودة داخل جهاز PLC ، ونغير فقط في البرنامج . شكل (٣-١١) يبين التوصيل على جهاز PLC للحصول على ثلاثة مستويات للإضاءة باستخدام مؤقتات زمنية .

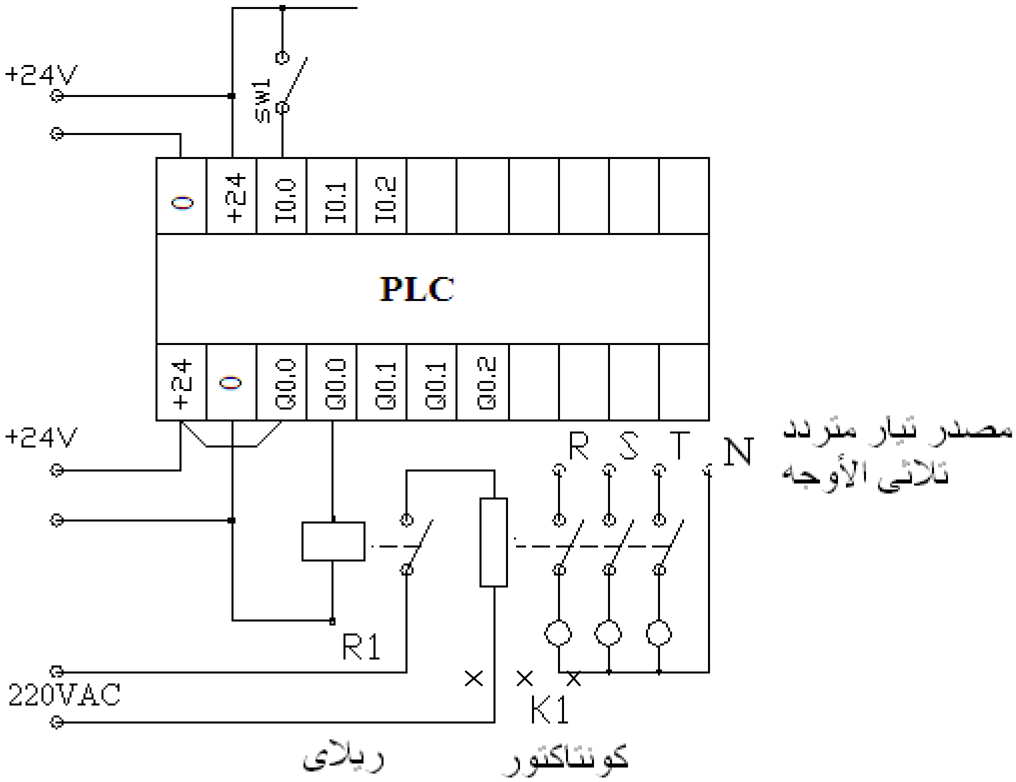
ملاحظات

١- لا تتغير دوائر القوى سواء مع أجهزة PLC أو مع دوائر التحكم التقليدية .

٢- في الأحمال العالية قد نضطر إلى استخدام ريليهات ربط .



شكل (٣-١١) التوصيل على جهاز PLC للحصول على ثلاثة مستويات للإضاءة باستخدام مؤقتات زمنية



شكل (٣-١٢) استخدام ريلاى ربط مع ملف كونتاكتور ذو قدرة عالية

٣-٢ التحكم فى نظم تشغيل المحرك الأستنتاجى

مثال (٣ - ٢)

يراد تشغيل وإيقاف محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه (M) 380V من مكانين مختلفين ، المطلوب :

١- رسم دائرة القوى .

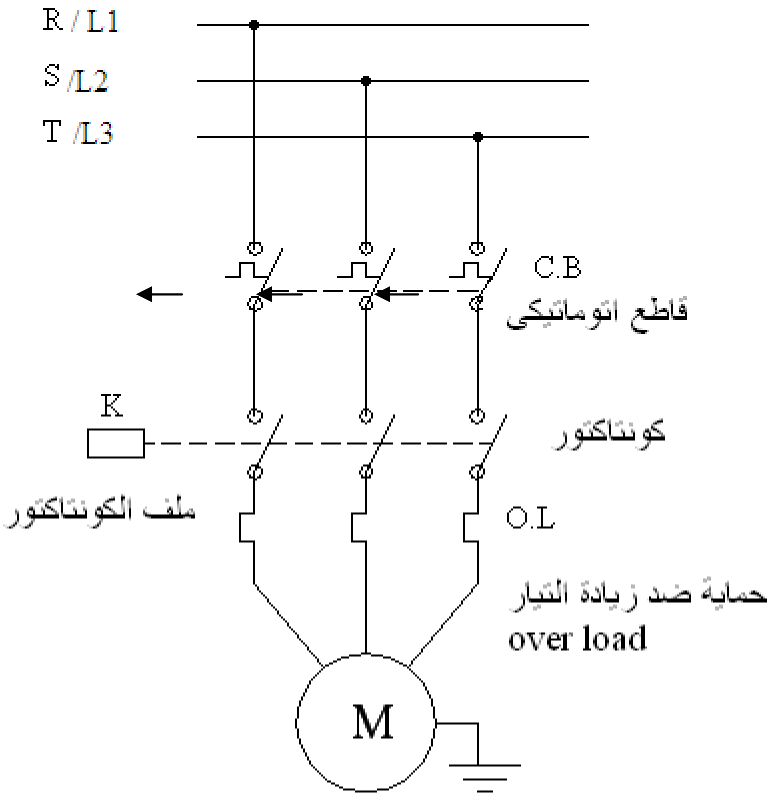
٢- رسم دائرة التحكم التقليدية تعمل على جهد 220VAC .

٣- رسم دائرة التحكم باستخدام جهاز PLC .

الحــل

رسم دائرة القوى

شكل (٣-١٣) يبين رسم دائرة القوى لتغذية محرك كهربي.

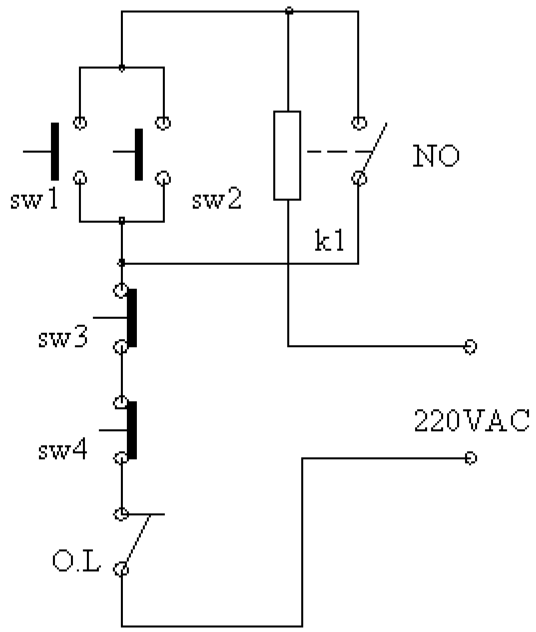


شكل (٣-١٣) رسم دائرة القوى لتغذية محرك كهربي

رسم دائرة التحكم التقليدية تعمل على جهد 220VAC

SW1,SW2 ضاغطان من النوع NO للتشغيل من مكانين مختلفين Start 1, Start2
SW3 , SW4 ضاغطان من النوع NC للإيقاف من مكانين مختلفين Stop1 , Stop2
، O.L ريشة جهاز زيادة الحمل من النوع NC .

يستحسن أن تستخدم ريش من النوع NO بدلاً من NC ثم تعكس عن طريق البرنامج بوضع بوابة NOT قبلها . شكل (٣-١٤) يبين دائرة التحكم التقليدية تعمل على جهد 220VAC



شكل (٣-١٤) دائرة التحكم التقليدية لتشغيل وإيقاف محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه تعمل على جهد 220VAC

رسم دائرة التحكم باستخدام جهاز PLC

قبل أن نبدأ العمل لابد لنا من تحديد كل من الدخل والخرج بكل دقة وعناية ، وكذلك تحديد ما هو الذي يمكن الاستغناء عنه والاستعاضة بما يشمله جهاز PLC مثل (المؤقتات الزمنية ، ريش التلامس المساعدة ، مسجلات الإزاحة ، الفليب – فلوب ، الساعة الزمنية ، العدادات ، ..... الخ) ، الجدول التالي يبين تحديد للدخل والخرج في دائرة التحكم التقليدية وجهاز PLC .

ملاحظات

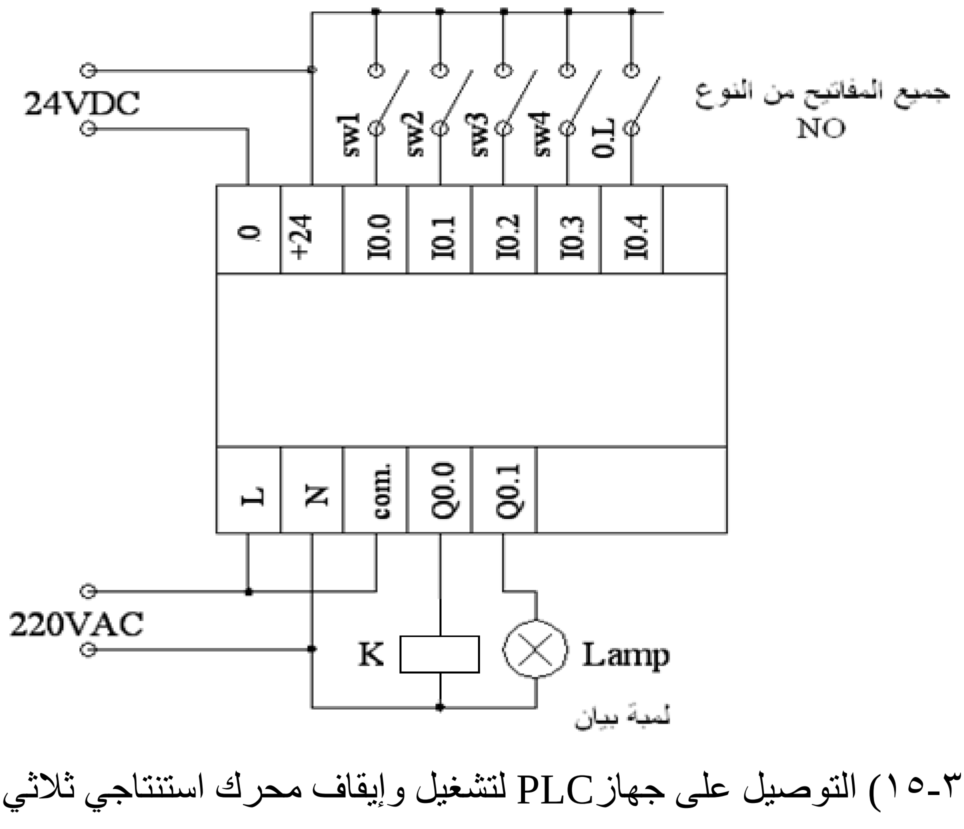
جميع المفاتيح أو الضواغط يمكن أن تكون من النوع NO مع استعمال NOT في البرمجة لتحويل الحالة NO إلى NC . قد تم الاستغناء عن الريشة المساعدة للكونتاكتور K1 بالريشة المساعدة داخل البرنامج للخرج Q0.0 .

الجدول (٣ - ١) يبين تحديد للدخل والخرج في دائرة التحكم التقليدية وجهاز PLC

جدول (٣ - ١)

الدائرة التقليدية	الحالة	دخلPLC	خرجPLC	ملاحظات
SW1	دخل NO	I0.0	----	
SW2	دخل NO	I0.1	----	
SW3	دخل NC	I0.2	----	
SW4	دخل NC	10.3	----	
O.L	دخلNC	I0.4	----	
K1	خرج	-----	Q0.0	
Lamp	خرج		Q0.1	بيان حالة تشغيل المحرك

شكل (٣-١٥) يبين التوصيل على جهاز PLC لتشغيل وإيقاف محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه .



شكل (٣-١٥) التوصيل على جهازPLC لتشغيل وإيقاف محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه

مثال (٣ - ٣)

يراد تشغيل وإيقاف وعكس حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قدرة 25KW باستخدام ضاغطين للتشغيل وضاغط للإيقاف ، المطلوب:

١- رسم دائرة القوى .

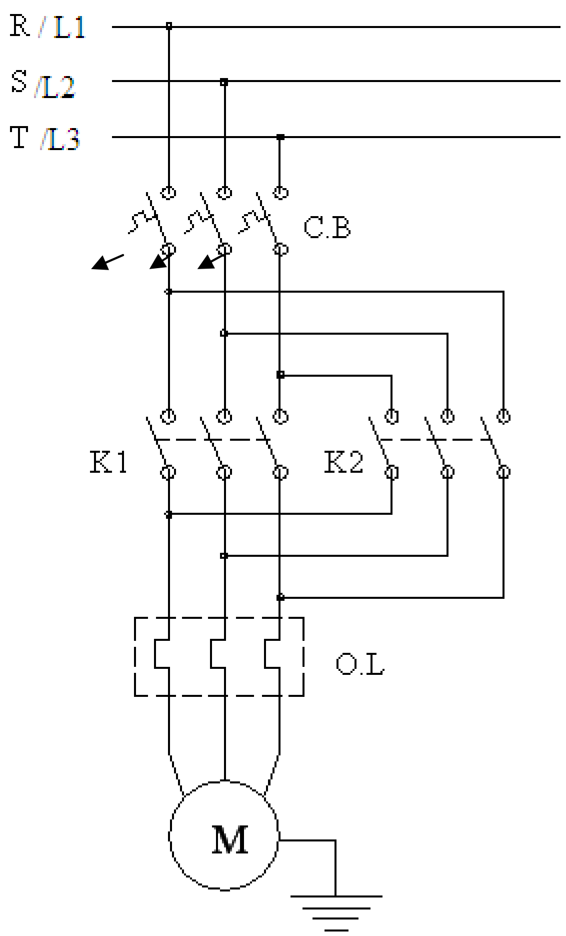
٢- رسم دائرة التحكم التقليدية تعمل على جهد 220VAC .

٣- رسم دائرة التحكم باستخدام جهاز PLC .

الحـل

رسم دائرة القوى

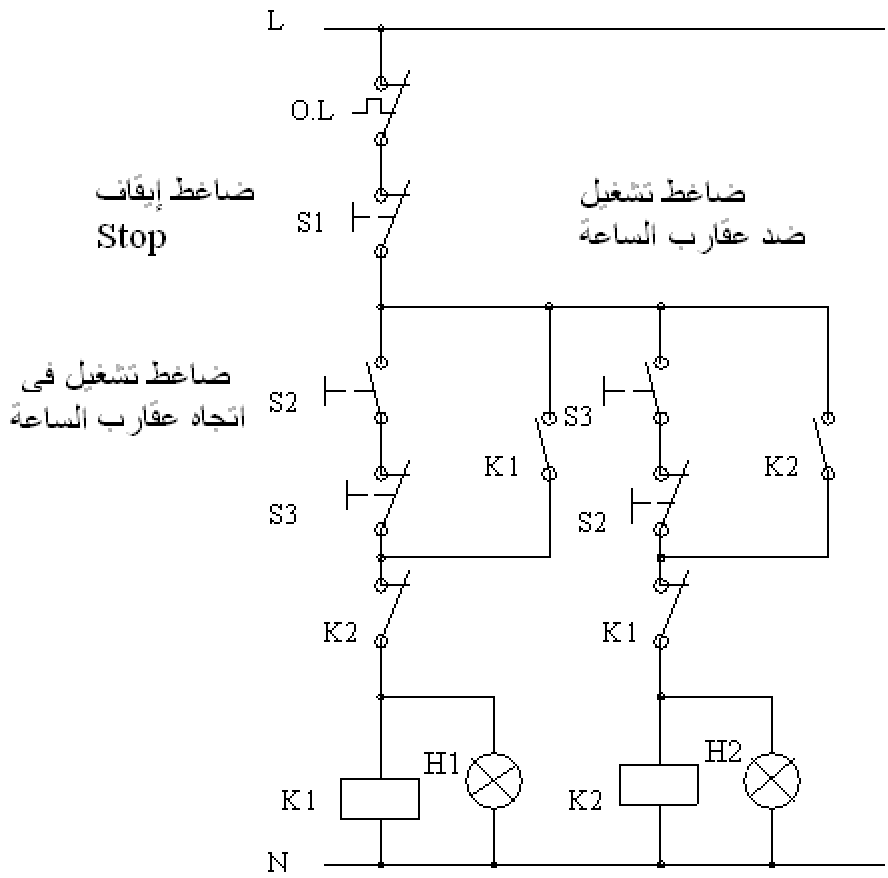
شكل (٣-١٦) يبين رسم دائرة القوى لتغذية وعكس حركة محرك كهربي .



شكل (٣-١٦) رسم دائرة القوى لتغذية وعكس حركة محرك كهربي

رسم دائرة التحكم التقليدية تعمل على جهد 220VAC

شكل (٣-١٧) يبين دائرة التحكم التقليدية لتشغيل وإيقاف وعكس حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه



شكل (٣-١٧) دائرة التحكم التقليدية لتشغيل وإيقاف محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه

تعمل على جهد 220VAC

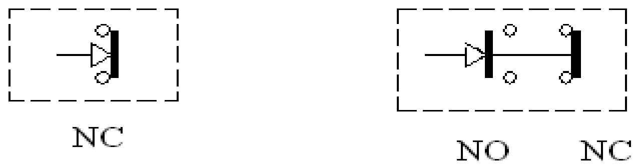
ملاحظات

الضاغط S1 من النوع NC ويستعمل لإيقاف المحرك Stop .

الضاغط S2 مزدوج أي ريشة NO وأخرى NC ، فعند الضغط على S2 يتوقف المحرك إذا كان يتحرك في اتجاه عكس عقارب الساعة ثم يبدأ في الدوران في اتجاه عقارب الساعة (حتى لا يحدث قصر كهربي بدائرة القوى) . الضاغط S3 مزدوج أي ريشة

NO وأخرى NC ، فعند الضغط على S3 يتوقف المحرك إذا كان يتحرك في اتجاه عقارب الساعة ثم يبدأ في الدوران في اتجاه عكس عقارب الساعة (حتى لا يحدث قصر كهربي بدائرة القوى) .

الكونتاكتوران K1 , K2 لايعملان في نفس اللحظة ، لكي يعمل أحدهما لابد من تمام توقف الثانى . شكل (٣-١٨) يبين ضاغط مفرد وأخر مزدوج .



شكل (٣-١٨) ضاغط مفرد وأخر مزدوج

رسم دائرة التحكم باستخدام جهاز PLC

الجدول (٣ -٢)يبين تحديد للدخل والخرج في دائرة التحكم التقليدية وجهاز PLC

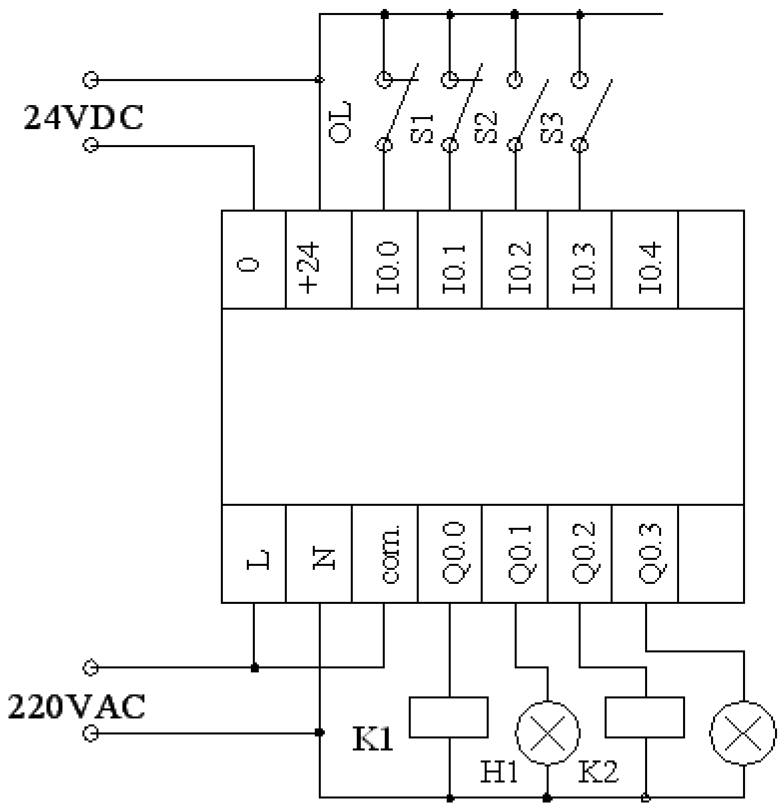
جدول (٣ -٢)

ملاحظات	خرج PLC	دخل PLC	الحالة	الدائرة التقليدية
	----	I0.0	دخل NC	S1
	----	I0.2	دخل NO	S2
يمكن الاستغناء عنه	----	----	دخل NC	S2
	----	I0.3	دخل NO	S3
يمكن الاستغناء عنه	----	----	دخل NC	S3
	----	I0.1	دخلNC	O.L
مع عقارب الساعة	Q0.0	----	خرج	K1
يمكن الاستغناء عنه	----	----	دخل NC	K1
يمكن الاستغناء عنه	----	----	دخلNO	K1
عكس عقارب الساعة	Q0.1	----	خرج	K2
يمكن الاستغناء عنه	----	----	دخل NC	K2
يمكن الاستغناء عنه	--------	----	دخلNO	K2

لمبة بيان الاتجاه	Q0.2	----	خرج	H1
لمبة بيان الاتجاه	Q0.3	----	خرج	H2

بمكن الاستغناء عن الضاغط المزدوج S2 واستعمال ضاغط مفرد بدلاً منه مع استخدام بوابة NOT وبالمثل الضاغط S3 ، وكذلك يمكن الاستغناء عن ريش التلامس K1 , K2 والاستعانة بالريش المساعدة داخل البرنامج .

من الجدول (٣ -٢) نجد أننا استخدمنا ضواغط من النوعين NO , NC ، وهذا يبين مرونة استخدام أجهزة PLC في التحكم ، سوف نبين التمييز بينهما عند وضع البرنامج في الباب الرابع . شكل (٣-١٩) يبين التوصيل على جهاز PLC لتشغيل وإيقاف وعكس حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه .



شكل (٣-١٩) التوصيل على جهاز PLC لتشغيل وإيقاف وعكس حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه .

مثال (٣- ٤)

محرك كهربي قدرة 50 حصان 380/660 V ، وسيلة بدء الحركة له Y/Δ (نجمة/دلتا) ، المطلوب:

١- رسم دائرة القوى لتغذية هذا المحرك .

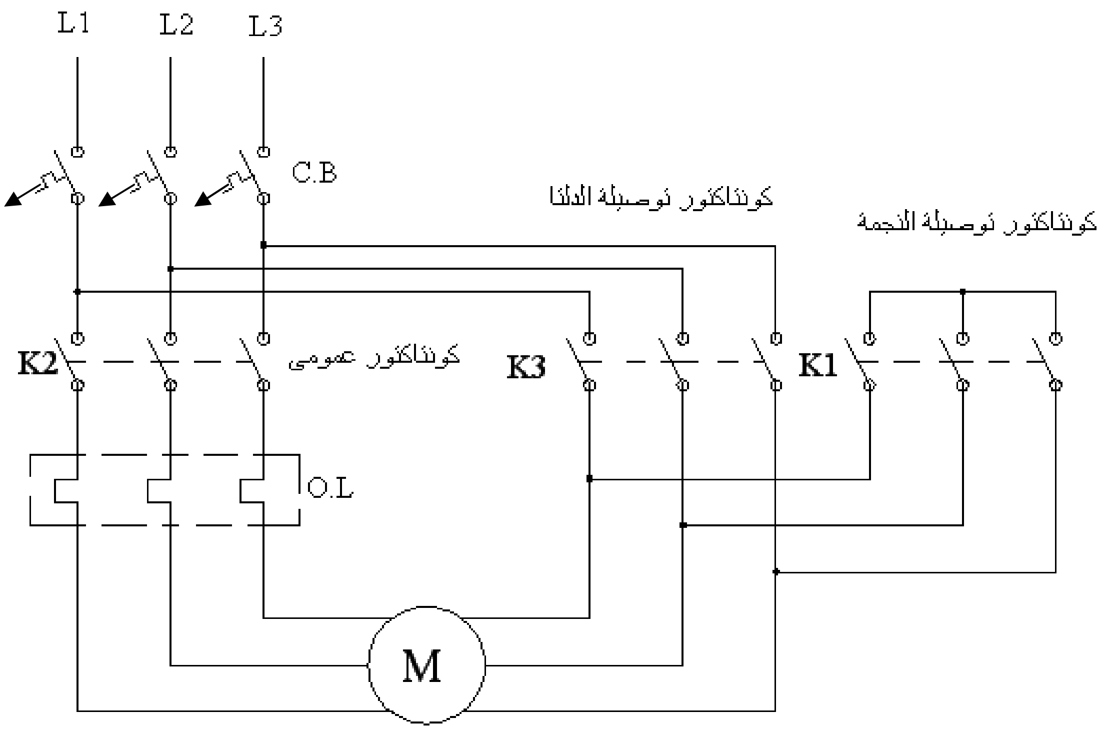
٢- تصميم دائرة تحكم لبدء حركة هذا المحرك باستخدام مؤقت زمني .

٣- رسم التوصيلات على جهاز PLC .

الحـل

رسم دائرة القوى لتغذية هذا المحرك

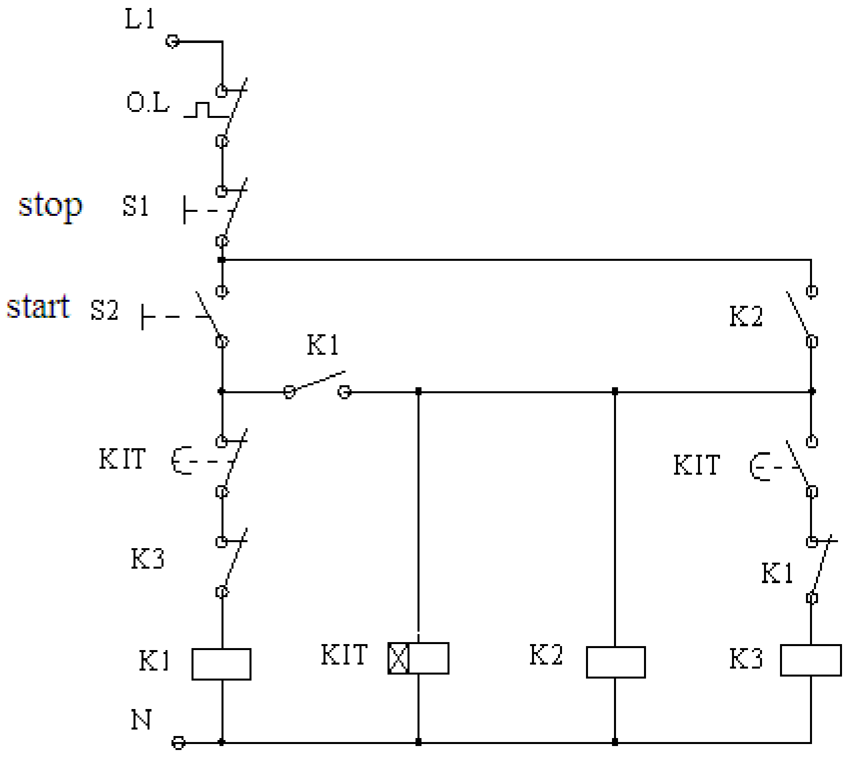
شكل (٣-٢٠) يبين رسم دائرة القوى لمحرك Y/Δ



شكل (٣-٢٠) يبين رسم دائرة القوى لمحرك Y/Δ

دائرة تحكم لبدء حركة هذا المحرك باستخدام مؤقت زمني

شكل (٣-٢١) يبين دائرة التحكم لمحرك Y/Δ ، يبدأ المحرك حركته عن طريق الكونتاكتور K1 (قصر ثلاثة أطراف المحرك للحصول على نقطة النجمة (Y)) والكونتاكتور K2 العمومي لتوصيل التيار للمحرك ، بعد مدة زمنية محسوبة عن طريق المؤقت الزمني (KIT) ووصول سرعة المحرك إلى حوالي 75% سرعته المقننة يقوم المؤقت الزمني بفصل K1 وتوصيل K3 مع بقاء K2 ليعمل المحرك بعد ذلك على توصيلة الدلتا (Δ) .



شكل (٣-٢١) دائرة التحكم لمحرك Y/Δ

رسم التوصيلات على جهاز PLC

الجدول (٣ -٣) يبين تحديد للدخل والخرج فى دائرة التحكم التقليدية وجهاز PLC

جدول (٣ -٣)

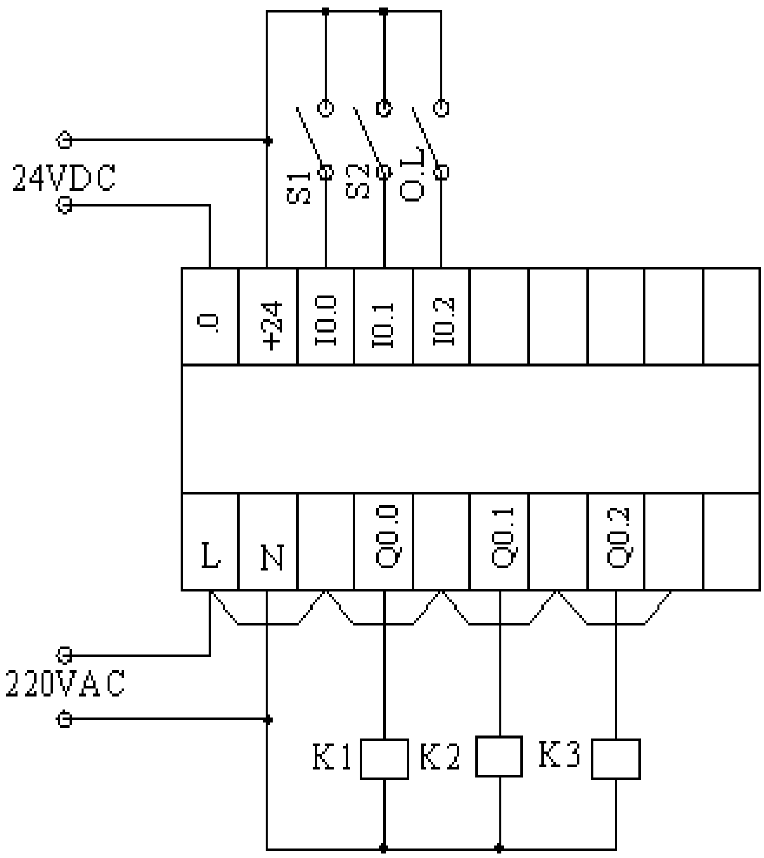
ملاحظات	خرج PLC	دخل PLC	الحالة	الدائرة التقليدية
استخدم NO	----	I0.0	دخل NC	S1
استخدم NO	----	I0.1	دخلNO	S2
استخدم NO	----	I0.2	دخل NC	O.L
يستغنى عنه	----	----	خرج	KIT
يستغنى عنه	----	----	دخلNO	KIT
يستغنى عنه	----	----	دخل NC	KIT
	Q0.0	----	خرج	K1
يستغنى عنه	----	----	دخل NC	K1
يستغنى عنه	----	----	دخلNO	K1
	Q0.1	----	خرج	K2
يستغنى عنه	----	----	دخلNO	K2
	Q0.2	----	خرج	K3
يستغنى عنه	----	----	دخل NC	K3

ما تم الاستغناء عنه يمكن الاستعاضة باستخدام إمكانات الجهاز الداخلية عند وضع البرنامج.

ملاحظة هامة

من المستحسن أن تكون جميع مفاتيح وضواغط الدخل من النوع NO ، ويمكن تغيير NO إلى NC عن طريق البرنامج عن طريق بوابة NOT .

شكل (٣-٢٢) يبين التوصيل على جهاز PLC لبدء حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه Y/Δ.



شكل (٣-٢٢) التوصيل على جهاز PLC لبدء حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه

Y/Δ

٣-٣ التحكم فى نظم تشغيل تتابعى فى عدد من المحركات

مثال (٣-٥)

يراد تشغيل أربعة محركات في تتابع زمني بحيث :

- يبدأ تشغيل المحرك الأول فور الضغط على ضاغط بدء الحركة .
- يبدأ تشغيل المحرك الثانى بعد فترة زمنية معينة من تشغيل المحرك الأول .
- يبدأ تشغيل المحرك الثالث بعد فترة زمنية معينة من تشغيل المحرك الثانى .
- يبدأ تشغيل المحرك الرابع بعد فترة زمنية معينة من تشغيل المحرك الثالث .
- عند الضغط على ضاغط الإيقاف تتوقف جميع المحركات في نفس اللحظة .

المطلوب :

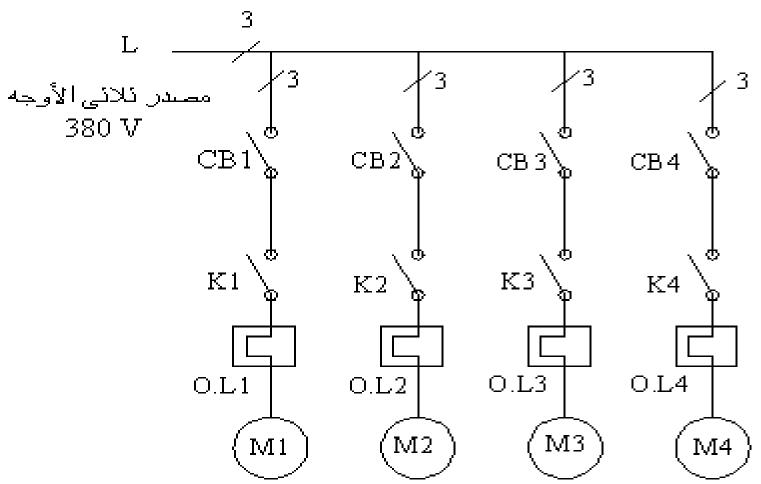
١- رسم دائرة تغذية المحركات الأربعة بالقوى الكهربية .

٢- مخطط التوصيل مع جهاز PLC .

الحـل

دائرة تغذية المحركات الأربعة بالقوى الكهربية

شكل (٣-٢٣) يبين دائرة تغذية المحركات بالتيار الكهربي .



شكل (٣-٢٣) دائرة تغذية المحركات بالتيار الكهربي

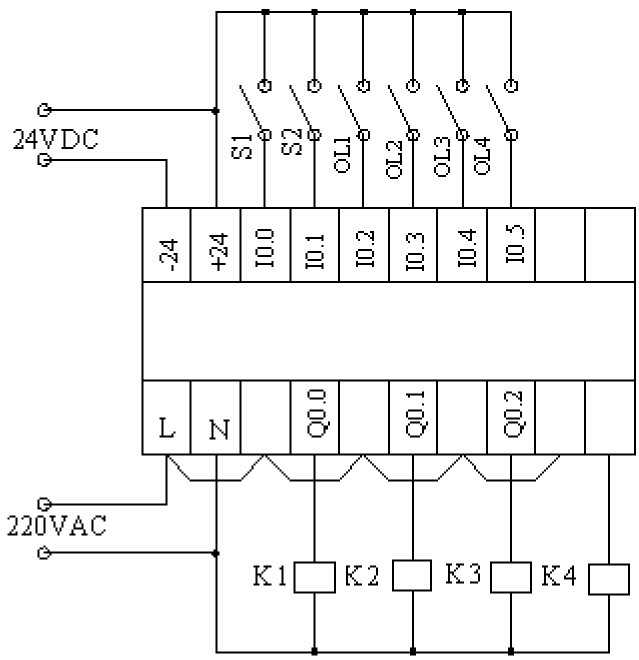
مخطط التوصيل مع جهاز PLC

الجدول التالي يبين تحديد للدخل والخرج فى جهاز PLC

الدائرة التقليدية	الحالة	دخل PLC	خرج PLC	ملاحظات
S1	دخلNO	I0.0	----	
S2	دخلNO	I0.1	----	
O.L1	دخلNO	I0.2	----	
O.L2	دخلNO	I0.3	----	
O.L3	دخلNO	I0.4	----	
O.L4	دخلNO	I0.5	----	
K1	خرج	----	Q0.0	
K2	خرج	----	Q0.1	
K3	خرج	----	Q0.2	
K4	خرج	----	Q0.3	

سوف يستخدم ثلاثة مؤقتات زمنية من داخل PLC .

شكل (٣-٢٤) يبن مخطط التوصيل على جهاز PLC لتشغيل أربعة محركات في تتابع زمني .



شكل (٣-٢٤) مخطط التوصيل على جهاز PLC لتشغيل أربعة محركات في تتابع زمني

تمارين على الباب الثالث

١- عرف الجهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC .

٢- أكتب ما تعرفه عن :

أ- الإشارة الرقمية Digital Signal .

ب- الإشارة التناظرية Analog Signal .

ج- البت Bit - البايت Byte – الكلمة Word .

٣- اشرح بإيجاز تركيب الجهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC .

٤- ما أنواع أجهزة المتحكم المنطقي المبرمج PLC ، عرف كل نوع وفيما يستخدم .

٥- أرسم مخططاً لجهاز PLC مبيناً عليه نقط الدخل ونقط الخرج وكيفية تغذية كل منهما بالتيار الكهربي المناسب .

٦- وحدات برمجة أجهزة المتحكم المنطقي المبرمج PLC أنواع ، اشرح هذه العبارة .

٧- ما هي أنواع الدخل والخرج لأجهزة المتحكم المنطقي المبرمج PLC ؟ أُذكر أمثلة عن كل نوع .

٨- الأجهزة والمستلزمات الآتية بعض منها يمكن توصيله إلى دخل جهاز PLC والبعض الأخر يمكن توصيله إلى خرج الجهاز ، صنفها في جدول مع ذكر النوع من حيث كونه رقمي أو تناظري :

المفاتيح الكهربية Switches - الكونتاكتور Contactor– ريش تلامس الريلاى Relay Contacts – ملف الريلاى – لمبات البيان Indicator lamps – الصمامات الكهربية Solenoid Valve – مفاتيح العوامات Float Switches – مفاتيح درجة الحرارة Thermometer - أجهزة قياس درجة الحرارة Temperature Transducer – أبواق الإنذار Horns – مفاتيح نهاية المشوار Limit Switches – الخلايا الضوئية Photo Cells – جهاز التاكوميتر .

٩- مصنع محاط بسور مكون من مبنى إداري وورشة إنتاج ، يراد توزيع إنارة المصنع بالنظام التالي :

- إضاءة المبنى الإداري بخط منفصل ثلاثي الأوجه.
- إضاءة الورشة بخط منفصل آخر ثلاثي الأوجه .
- إضاءة سور المصنع بخط منفصل وجه واحد ليلاً .

بين ذلك بعمل التوصيلات على جهاز PLC .

١٠- يراد تشغيل وإيقاف محرك كهربي ثلاثي الأوجه لتشغيل طلمبة رفع مياه ، على أن يكون التحكم في التشغيل من مكانين والتحكم في الإيقاف من ثلاثة أماكن ، والمحرك مزود بجهاز حماية ضد زيادة الحمل O.L ، المطلوب:

أ- رسم دائرة تغذية المحرك بالقوى الكهربية .

ب- رسم دائرة التحكم التقليدية تعمل على جهد 24VDC .

جـ - رسم دائرة التحكم باستخدام جهاز PLC .

١١- محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه يستخدم لتشغيل ونش يعمل إلى أعلا بواسطة ضاغط كهربي Pushbutton والى أسفل بواسطة ضاغط آخر ، يراد تشغيله وإيقافه باستخدام جهاز PLC ، أرسم دائرة التحكم ، علماً بأن جهد التشغيل لملف الكونتكتورات المستخدمة 220VAC .

١٢- محرك كهربي ثلاثي الأوجه 380/ 660 V ، 30KW ، يُغذى من مصدر تيار متردد ثلاثي الأوجه 380V ، بدء الحركة Y (نجمة) والتشغيل Δ (دلتا) ، المطلوب :

أ- رسم دائرة تغذية المحرك بالقوى الكهربية .

ب- رسم دائرة التحكم التقليدية تعمل على جهد 220VAC .

جـ- رسم دائرة التحكم باستخدام جهاز PLC .

١٣- خمسة محركات يراد تشغيلها في تتابع زمني بحيث:

- يبدأ تشغيل المحرك الأول والثاني معاً فور الضغط على ضاغط التشغيل Start .

- بعد فترة زمنية معينة يبدأ تشغيل المحرك الثالث .
- بعد فترة زمنية ثانية يتوقف المحرك الأول ويبدأ تشغيل المحرك الرابع .
- بعد فترة زمنية ثالثة يتوقف المحرك الثانى والثالث ويبدأ تشغيل المحرك الخامس
- بعد فترة زمنية رابعة يتوقف المحرك الرابع والخامس .

الباب الرابع

المتحكم المنطقي المبرمج PLC

يحتوى هذا الباب على :

٤-١ التعريف

تم تعريف جهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC في الباب السابق على إنه جهاز رقمي يشتمل على ذاكرة قابلة للبرمجة من أجل تخزين المعلومات ثم إنجازها على هيئة وظائف محددة ، وهذا التعريف يكسبه المميزات الآتية :

١. مرونة التحكم وذلك لسهولة تغيير أداء العمليات الصناعية لمواكبة التوسعات المستقبلية .
٢. سهولة الصيانة لأن هذه الأجهزة مصممة على إعطاء بيان عن أعطالها وأسبابها
٣. صغر حجمها إذا قورنت بالأنواع الأخرى من الحاكمات Controllers .
٤. إمكانيتها العالية فيمكن أن تحل محل أكثر من 500 ريلاى وكونتاكتور ، 32 عداد بأنواعه المختلفة ، 32 مؤقت زمني بأنواعه المختلفة بالإضافة إلى ريليهات التخزين الداخلية Markers (Flags).
٥. مقدرته العالية على أداء العمليات الحسابية المنطقية والتي تخدم التطبيقات الصناعية.
٦. يمكن لأجهزة PLC أن تعمل منفردة أو ضمن شبكة محلية LAN .
٧. يمكنه نقل المعلومات عن طريق شبكة النت (يحتاج إلى موديولات خاصة)

استخدام أجهزة المتحكم المبرمج PLC

استخدمت أجهزة PLC في جميع ميادين الصناعات المتطورة مثل صناعة السيارات ،الصناعات الكيماوية ، صناعة الحديد والصلب ، البترول ، صناعة الورق والطباعة ، وكذلك خطوط إنتاج المواد الغذائية وكثيرا من الصناعات النسجية .

٤-٢ مكونات الجهاز

درسنا في الباب السابق تركيب جهاز المتحكم المنطقي المبرمج من حيث الدخل والخرج وهو ما كان يُفيدنا في عمل التوصيلات الخارجية له ، أما في هذا الباب فسوف ندرس مكوناته بالتفصيل .

٤-٢-١ معالج العمليات المركزية Central Processing Unit(CPU)

يعتبر معالج العمليات المركزية بمثابة قلب النظام ، حيث يتم حفظ البرامج داخله واستعادتها عند الطلب ، وينقسم إلى :

أ- الذاكرة Memory ب- المعالج Processor

الذاكرة Memory

تُصنع ذاكرة أجهزة التحكم المبرمج الداخلية من شرائح أشباه الموصلات Simi Conductor Chips وتنقسم إلى نوعان :

١. ذاكرة القراءة العشوائية ROM

يخزن في هذه الذاكرة نظام تشغيل جهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC وهى ذاكرة ثابتة لا يمكن للمستخدم التعامل معها أو الوصول إلى محتوياتها أو تغييرها تحت أي ظرف .

٢. ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية RAM

يخزن في هذه الذاكرة حالة المداخل والمخارج اللحظية والدائمة والقيمة الموضوعة لكل من المؤقتات الزمنية والعدادات ووحدات الذاكرة الداخلية (Markers وقد تسمى في بعض المراجع Flags) ، تفقد هذه الذاكرة محتوياتها إذا انقطع التيار الكهربي عنها ، لذا تستخدم

بطارية كهربية لضمان الاحتفاظ بمحتوياتها . تقاس سعة أجهزة التحكم المبرمج بسعة RAM فيها.

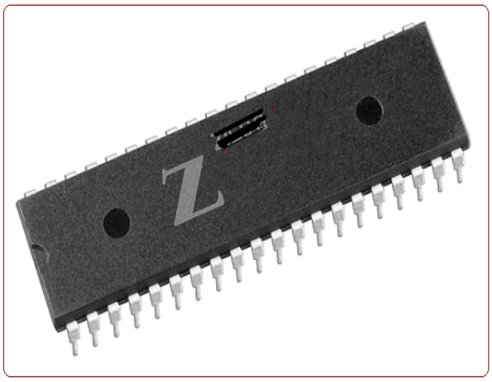
تنقسم هذه الذاكرة إلى:

- المداخل الرقمية
- المداخل التناظرية
- المخارج الرقمية
- المخارج التناظرية
- القيمة الجارية للمؤقتات
- القيمة الجارية للعدادات
- الريليهات الداخلية Markers أو Flags
- برنامج التشغيل الموضوع

المعالج Processor

ويصنع أيضا من شرائح أشباه الموصلات Simi Conductor Chips ويقوم المعالج في تنفيذ البرنامج المحمل على الجهاز آخذاً في الاعتبار حالة المداخل اللحظية (مثل الضواغط الكهربية) وكذلك القيمة الجارية للمؤقتات الزمنية والعدادات وحالات الريليهات الداخلية ثم إعطاء أوامر التشغيل للمخارج .

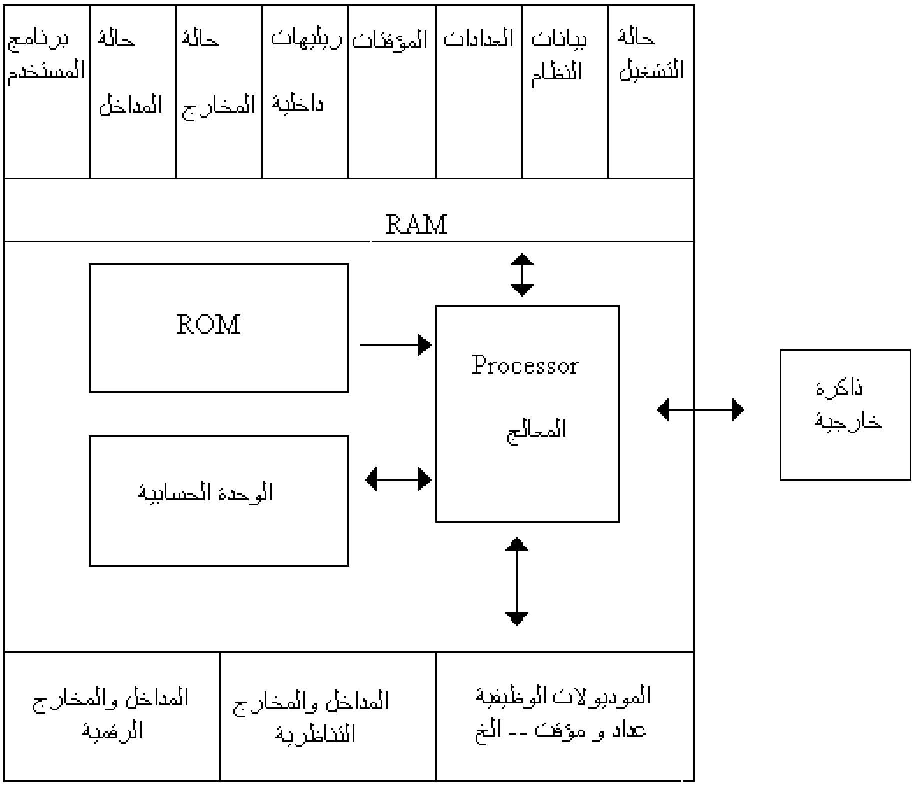
شكل (٤-١) يبن صورة لدائرة متكاملة IC للمعالج Processor



شكل (٤-١) صورة لدائرة متكاملة IC للمعالج Processor

ويمكن في بعض أنواع CPUs إضافة ذاكرة خارجية لزيادة سعته لتحقيق متطلبات العمليات من توسعات وتسمى هذه الذاكرات الخارجية EEPROM / EPROM .

شكل (٤-٢) يبين مخطط صندوقي لمحتويات معالج العمليات المركزية



شكل (٤-٢) يبين مخطط صندوقي لمحتويات معالج العمليات المركزية

٤-٢-٢ لغات أجهزة المتحكم المنطقى المبرمج PLC Language

- **الشكل السُلمى Ladder Diagram :**

ويشبه في نظامه سلم مكون من عدة درجات ، كل درجة تحتوى على دائرة كهربية تشمل عدداً من الريش المفتوحة أو المغلقة أو كلاهما لتمثل الدخل وغالباً ما تكون من الناحية الشمالية من الدرجة ، في آخر الدرجة إلى اليمين يوضع رمز الخرج أو رمز العمليات الوظيفية والتي تختلف في نُظمها من شركة إلى أخرى ، مثل المؤقتات الزمنية ، العدادات ، الساعات وكذلك إجراء العمليات الحسابية .

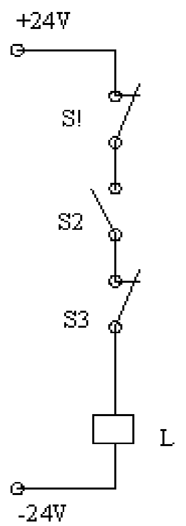
شكل (٤-٣) يبين رمز PLC المقابل للرمز الكهربي .

رمز PLC	الوظيفة	نوع الرمز الكهربى وحالته	الرمز الكهربى
—| |—	دخل Input	ريشة مفتاح كهربى NO	S1
—| |—	دخل Input	ضاغط (بوش-بوتون) NO	Pb1
—|/|—	دخل Input	ريشة مفتاح كهربى NC	S2
—|/|—	دخل Input	ضاغط (بوش-بوتون) NC	Pb2
—( )—	خرج Output	ملف كونتاكتور	K1
—| |—	دخل Input	ريشة كونتاكتور NO	k1
—|/|—	دخل Input	ريشة كونتاكتور NC	k1

شكل (٤-٣) رمز PLC المقابل للرمز الكهربي

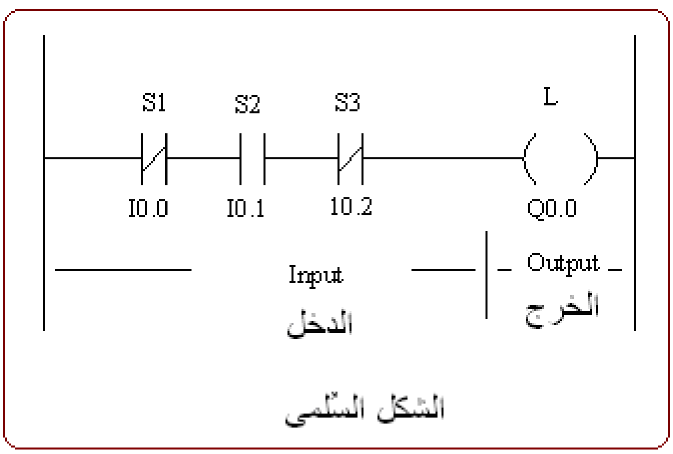
مثال (٤-١)

ارسم المخطط السُلمي لتنفيذ الدائرة الآتية على جهاز PLC شكل (٤ -٤) .



شكل (٤-٤ أ) الدائرة الكهربية

الحـــل



شكل (٤-٤ ب)

- **لغة القائمة (STL) Statement List :** هذه اللغة تعتبر وصف للدائرة المراد تنفيذها ويعبر عنها الأوامر الآتية :
  1. AND وتستخدم لعمليات التوالي ويرمز لها بالرمز A .
  2. OR ونستخدم لعمليات التوازي ويرمز لها بالرمز O .
  3. المفاتيح المغلقة (NC) ويرمز لها بالرمز N (NOT) .

وتتكون هذه اللغة من عنصرين أساسيين هما :

- نوع العملية Operation (A , O , N) .
- البيانات Data .

وعلى سبيل المثال A I0.0 ، الحرف الأول A يبين أن العملية AND (توالى) ، البيانات I0.0 ، I تدل علي أن العملية دخل ، 0.0 هو عنوان هذا الدخل .

الشكل المنطقي (FBD) Function Block Diagram

هذه اللغة تستخدم في بنائها الرموز المنطقية للبوابات المنطقية وكذلك بعض العمليات الوظيفية والتي تستخدم في الشكل السُلمى مثل العدادات والمؤقتات الزمنية.

ترقيم مداخل ومخارج أجهزة PLC

معظم أجهزة **PLC** تستخدم النظام الثماني Octal Number في ترقيم الداخل ،المخارج ،الذاكرة الداخلية ، العدادات ، المؤقتات الزمنية ، وأخرى تستخدم النظام العشري Decimal Number وبعضها يستخدم النظام السداسي عشر Hexadecimal Number

- النظام الثماني Octal Number

0,1,2,3,4,5,6,7

- النظام العشري Decimal Number

0,1,2,3,4,5,6,7,8,9

- يستخدم النظام السداسي عشر Hexadecimal Number

0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

مثال (٤-٢أ)

جهاز PLC عدد نقط دخله 12 ونقط خرجه 8 ويستخدم النظام الثماني في الترقيم فيكون:-

ترقيم الدخل Input في معظم أجهزة PLC يرمز للدخل بالحرف I اختصار لكلمة Input

I0.0 , I0.1 , I0.2 , I0.3 , I0.4 , I0.5 , I0.6 , I0.7 .

I1.0 , I1.1 , I1.2 , I1.3 .

ترقيم الخرج Output في معظم أجهزة PLC يرمز للخرج بالحرف Q بدلاً من O (Output) حتى لا يحدث خطأ بين 0 والـ O

Q0.0 , Q0.1 , Q0.2 , Q0.3 , Q0.4 , Q0.5 , Q0.6 , Q0.7

مثال (٤-٢ب)

جهاز PLC عدد نقط دخله 12 ونقط خرجه 8 ويستخدم النظام السداسي عشر في الترقيم فيكون :-

ترقيم الدخل Input

I0,I1,I2,I3,I4,I5,I6,I7,I8,I9,IA,IB

ترقيم الخرج Output

Q0,Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7

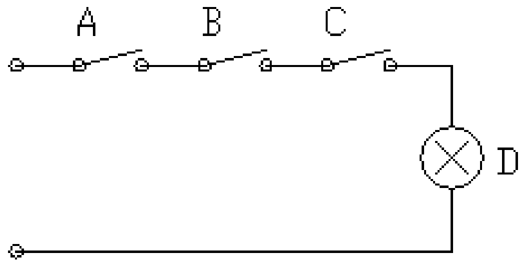
توجد أنواع من أجهزة PLC تستخدم الحروف X , Y وأخرى تستخدم الأرقام العشرية فقط (بدون حروف) في الترقيم.

أساسيات البرمجة:

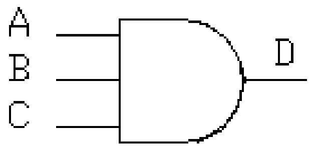
العمليات الأساسية التي تجرى في نظم التحكم هي بوابة NOT وبوابة AND وبوابة OR والفليب – فلوب من النوع SR .

بوابة AND

شكل (٤-٥ب) يبين الشكل المنطقي لبوابة AND ذات ثلاثة مداخل ، شكل (٤-٥أ) يبين الدائرة الكهربية المكافئة ، بينما شكل (٤-٥جـ) يبين الشكل السُلمى لهذه البوابة .

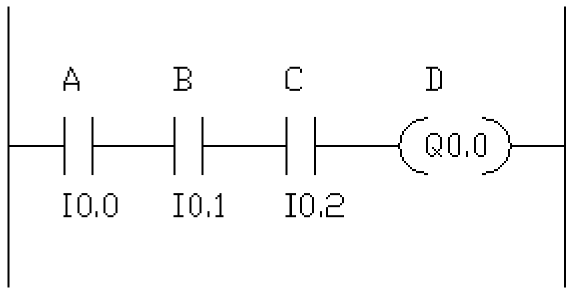


شكل (٤-٥أ) الدائرة الكهربية



شكل (٤-٥ ب) بوابة AND

لغة السلم Ladder



شكل (٤-٥جـ) الشكل السلمي Ladder لبوابة AND ذات ثلاثة مداخل

لكي يحدث الخرج Q0.0 لابد من تحقق الدخل I0.0 والدخل I0.1 والدخل I0.2 معاً .

لغة القائمة STL

بدء الدرجة تكون بحرف L أو LD أو A اختصاراً لكلمة Ladder أو حسب نوع الجهاز .

L I0.0

A I0.1

A I0.2

= Q0.0

A اختصار AND(يختلف من مرجع إلى آخر)

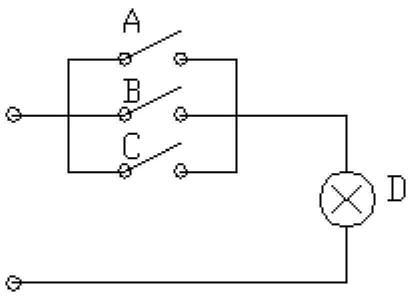
= تعنى الخرج (يختلف من مرجع إلى آخر فقد تذكر Out بدلاً من = أو رموز أخرى)

تدريب

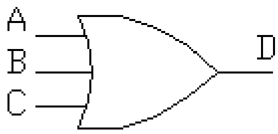
بالاستعانة بما درسته في الباب الثالث أرسم مخطط التوصيل لهذه الدائرة على جهاز PLC .

بوابة OR

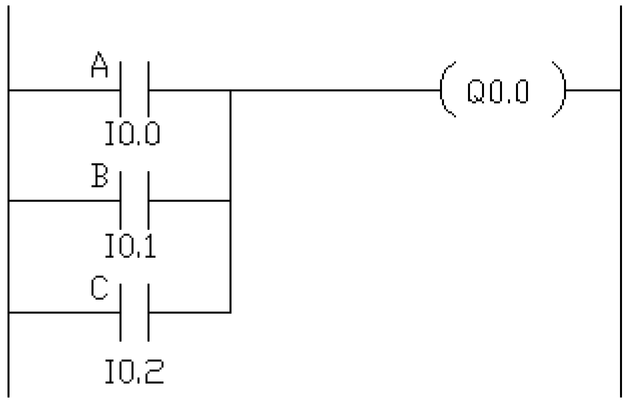
شكل (٤-٦ب) يبين الشكل المنطقي لبوابة OR ذات ثلاثة مداخل ، شكل (٤-٦ ب) يبين الدائرة الكهربية المكافئة ، بينما شكل (٤-٥ج) يبين الشكل السُلمى لهذه البوابة .



شكل (٤-٦ أ) يبين الدائرة الكهربية



شكل (٤-٦ ب) بوابة OR



شكل (٤-٦جـ) الشكل السلمي Ladder لبوابة OR ذات ثلاثة مداخل

لكي يحدث الخرج D (Q0.0) 0 لابد من أن يتحقق الدخل I0.0 أو الدخل I0.1 أو الدخل I0.2 أو تحقق اثنان منهم أو الثلاثة مجتمعين .

لغة القائمة STL

```
L   I0.0
O   I0.1
O   I0.2
=   Q0.0
```

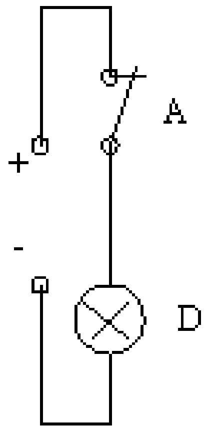
O اختصار OR

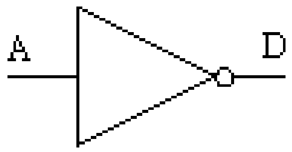
تدريب

أرسم مخطط التوصيل لهذه الدائرة على جهاز PLC .

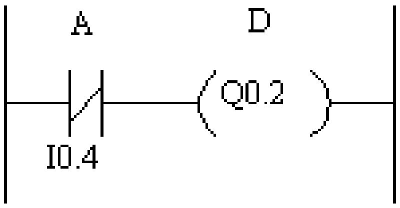
بوابة النفى NOT

شكل (٤-٧ ب) يبين الشكل المنطقي لبوابة NOT ، شكل (٤-٧ أ) يبين الدائرة الكهربية المكافئة ، بينما شكل (٤-٦جـ) يبين الشكل السلمي لهذه البوابة





شكل (٤-٧ أ) الدائرة الكهربية   شكل (٤-٧ ب) الشكل المنطقي لبوابة NOT



شكل (٤-٧ جـ) الشكل السلمي لبوابة NOT

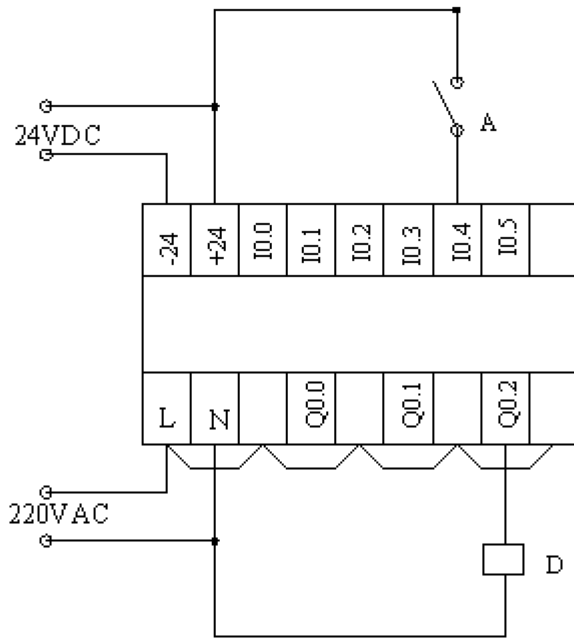
لغة القائمة STL

LN   I0.4

=   Q0.2

N اختصار NOT

شكل (٤- ٧ د) يبين مخطط التوصيل لبوابة NOT على جهاز PLC .



شكل (٤-٧ د) مخطط التوصيل لبوابة NOT على جهاز PLC

من الشكل نجد أن المفتاح A من النوع NO وسوف يعكس حالته عن طريق البرنامج الموضوع سواء لغة السلم أو بوضع N أمام هذا الدخل I0.4 N ، وسيقوم جهاز PLCبعكس حالة المفتاح A ، أي وضع بوابة NOT أمام الدخل لعكس حالته.

يحدث خرج (Q0.2) بمجرد توصيل التيار الكهربي إلى جهاز PLC وينقطع الخرج بمجرد تغيير حالة المفتاح A من NO إلى NC .

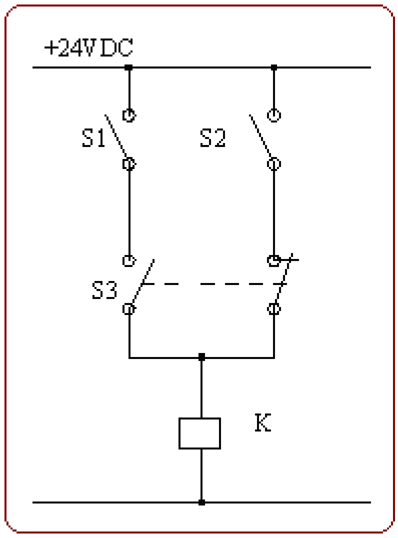
مثال (٤- ٣)

شكل (٤-٨) يبين دائرة كهربية لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه عن طريق كونتاكتور K1 (ملف تشغيله 24VDC) ، المطلوب عمل برنامج لتحميله على جهاز PLC :

١- بلغة السُلم Ladder Diagram

٢- بلغة القائمة Statement List

أرسم مخطط التوصيل على جهاز PLC .

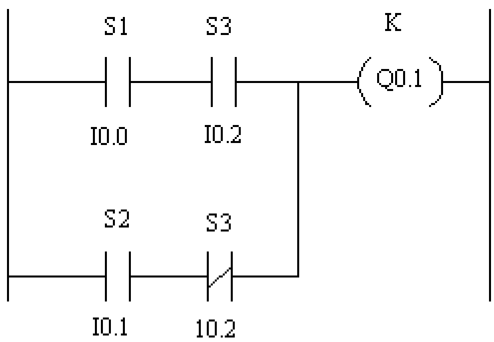


شكل (٤- ٨ أ) دائرة كهربية لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه

الحــل

من الرسم شكل (٤- ٨ أ) نلاحظ أن المفتاح الكهربي S3 مزدوج له ريشتان أحدهما NO والأخرى NC متصلتان ميكانيكياً ليعملا عكسياً .

لغة السُلم Ladder Diagram



شكل (٤- ٨ ب)

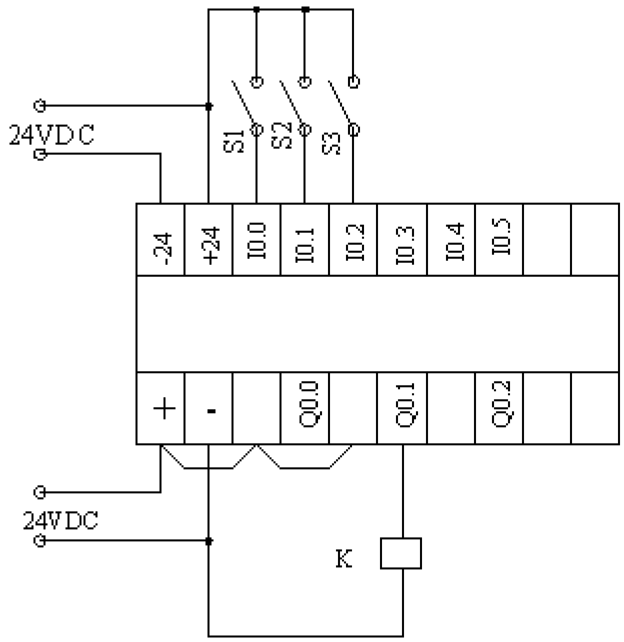
لغة القائمة Statement List

```
L     I0.0
A     I0.2
O
L     10.1
AN    I0.2
=     Q0.1
```

طريقة أخرى وهى استخدام ريليهات التخزين الداخلية Marker (Flag) لتسهيل عمليات AND , OR ، وتتلخص في تجميع مجموعات دخل وحفظهم تحت مسمى معين M… لحين الاحتياج إليه.

```
L     I0.0
A     I0.2
=     M0.0
L     10.1
AN    I0.2
=     M0.1
L     M0.0
O     M0.1
=     Q0.1
```

شكل (٤-٩) مخطط التوصيل على جهاز PLC ، مع ملاحظة أنه تم استخدام المفتاح S3 بريشة واحدة NO .



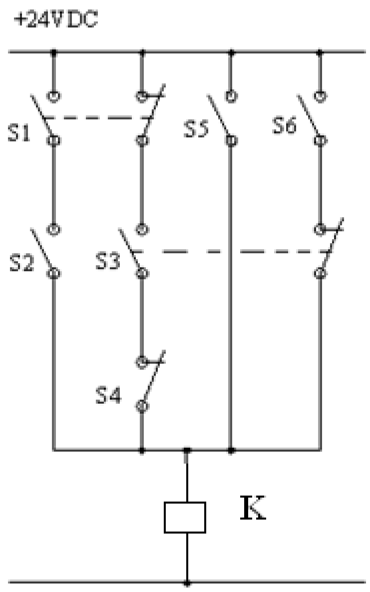
شكل (٤-٩) مخطط التوصيل على جهاز PLC

مثال (٤-٤)

شكل (٤-١٠) يبين دائرة كهربية مكونة من عدة مفاتيح لتشغيل الحمل K .

المطلوب عمل برنامج لتحميله على جهاز PLC :

١- بلغة السُلم Ladder Diagram
٢- بلغة القائمة Statement List
أرسم مخطط التوصيل على جهاز PLC .

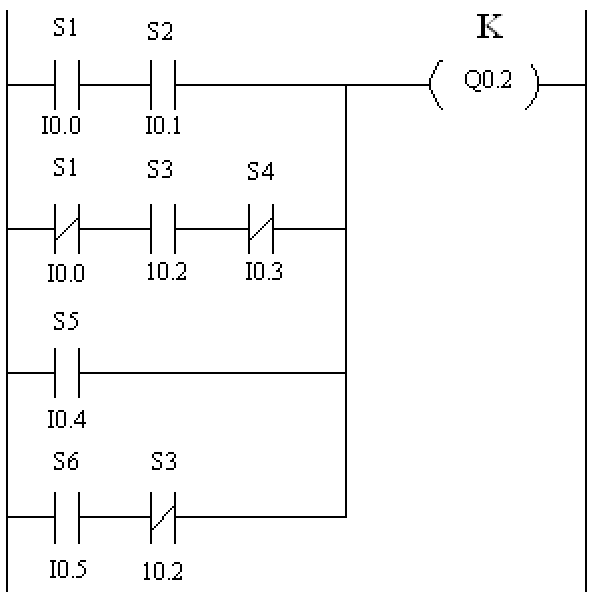


شكل (٤-١٠أ) دائرة كهربية مكونة من عدة مفاتيح لتشغيل الحمل K

الحـل

في هذا المثال تجرى عمليات بوابة AND قبل عمليات بوابة OR شكل (٤-١٠ ب).

<u>لغة السُلم Ladder Diagram</u>

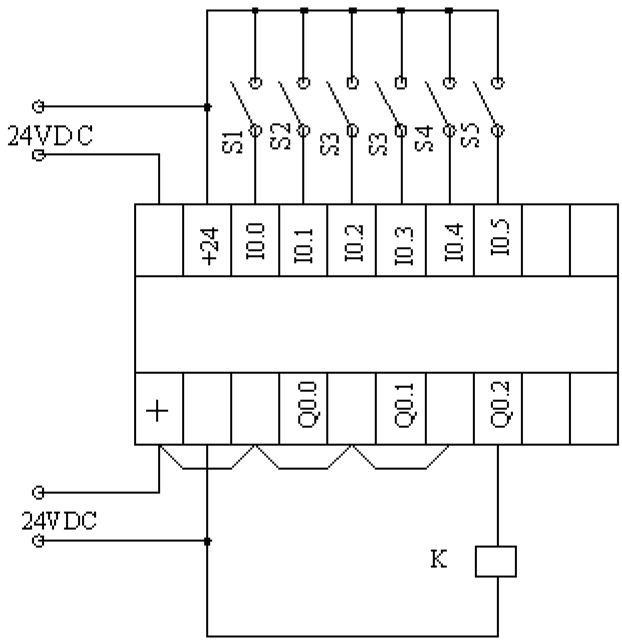


شكل (٤-١٠ ب)

لغة القائمة **Statement List** باستخدام ريليهات التخزين Marker لسهولتها

```
L     I0.0
A     I0.1
=     M0.0
LN    I0.0
A     I0.2
AN    I0.3
=     M0.1
L     I0.4
=     M0.2
L     I0.5
AN    I0.2
=     M0.3
L     M0.0
O     M0.1
O     M0.2
O     M0.3
=     Q0.2
```

رسم مخطط التوصيل على جهاز PLC شكل (٤-١٠ جـ)



شكل (٤-١٠ جـ) يبين دائرة كهربية مكونة من عدة مفاتيح لتشغيل الحمل K .

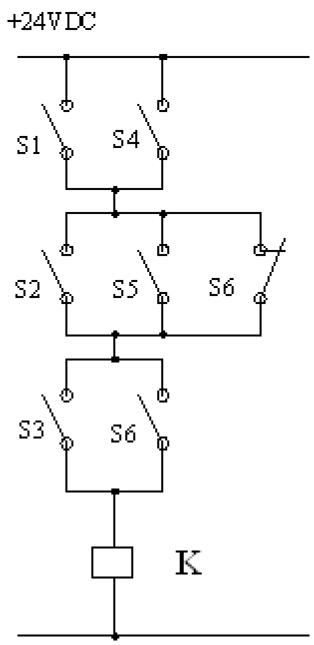
مثال (٤-٥)

المطلوب عمل برنامج لتحميله على جهاز PLC :

١- بلغة السُلم Ladder Diagram

٢- بلغة القائمة Statement List

أرسم مخطط التوصيل على جهاز PLC للدائرة شكل (٤-١١أ)

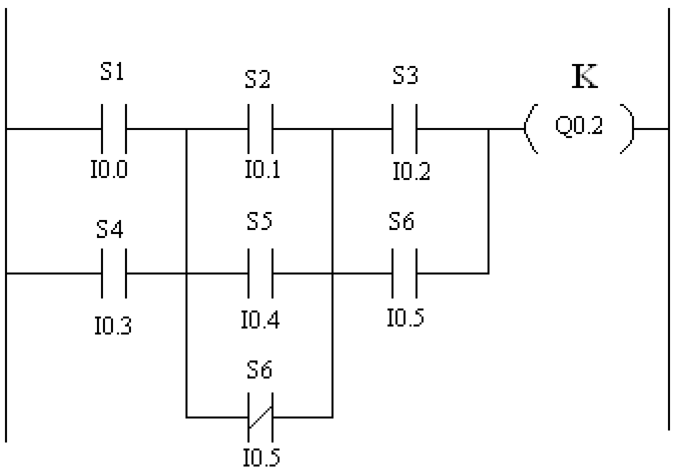


شكل (٤-١١أ) دائرة كهربية مكونة من عدة مفاتيح

الحـل

في هذا المثال تجرى عمليات بوابة OR قبل عمليات بوابة AND .

لغة السُلم Ladder Diagram



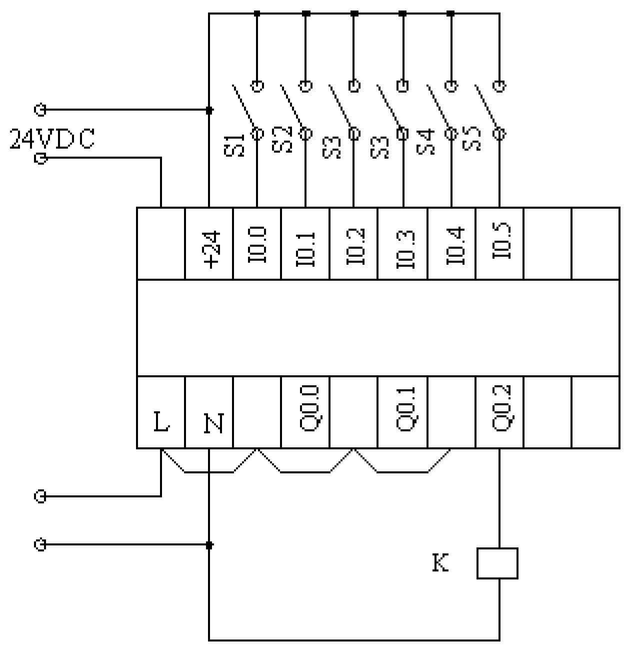
شكل (٤-١١ ب)

لغة القائمة Statement List

باستخدام ريليهات التخزين Marker

```
L    I0.0
O    I0.3
=    M0.0
L    I0.1
O    I0.4
ON   I0.5
=    M0.1
L    I0.2
O    I0.5
=    M0.2
L    M0.0
A    M0.1
A    M0.2
=    Q0.2
```

رسم مخطط التوصيل على جهاز PLC شكل (٤ – ١١ جـ)



شكل (٤ – ١١ جـ)

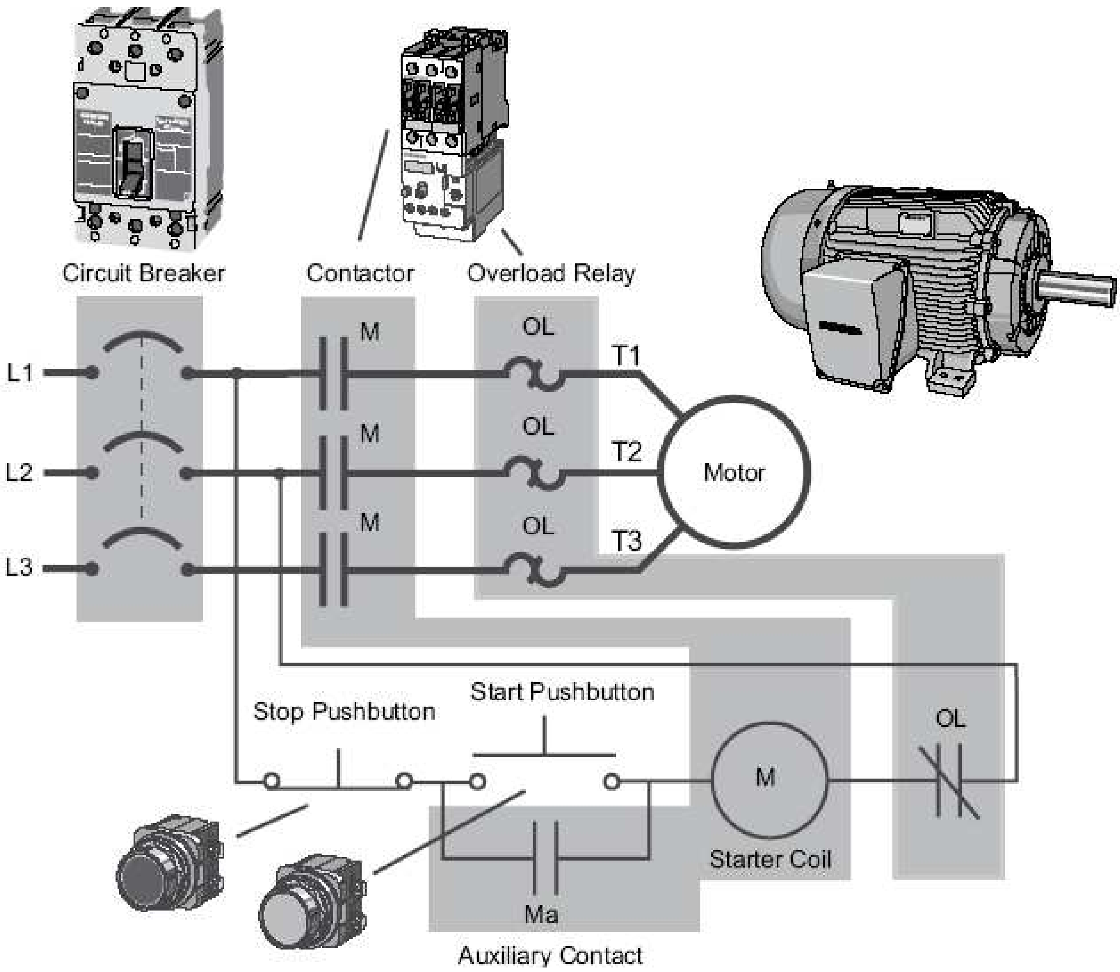
من مثال (٤-٤) ومثال (٤-٥) نجد أن مخطط التوصيل على جهاز PLC واحد وأن الاختلاف في البرنامج فقط ، وهذا يوضح مرونة أجهزة PLC .

٤ ـ ٣ استخدمات المتحكم المنطقي المبرمج

مثال (٤-٦)

شكل (٤-١٢) يبين دائرة قوى وتحكم تقليدية لتشغيل محرك كهربي ثلاثي الأوجه عن طريق قاطع أُتوماتيكى Circuit Breaker + كونتاكتور Contactor + ريلاى زيادة الحمل Over Load (أُوفر لود) وذلك في مسار دائرة القوى أما دائرة التحكم فتشمل ضاغط البدء Start Push Button (NO) + ضاغط التوقف Stop Push Button + ملف تشغيل الكونتاكتور Ma + ريشة التلامس المساعدة Ma + ريشة تلامس الأوُفر لود O.L والدائرة تبين مسار التيار الكهربي لكل من دائرة القوى ودائرة التحكم بعد الضغط مباشرة .

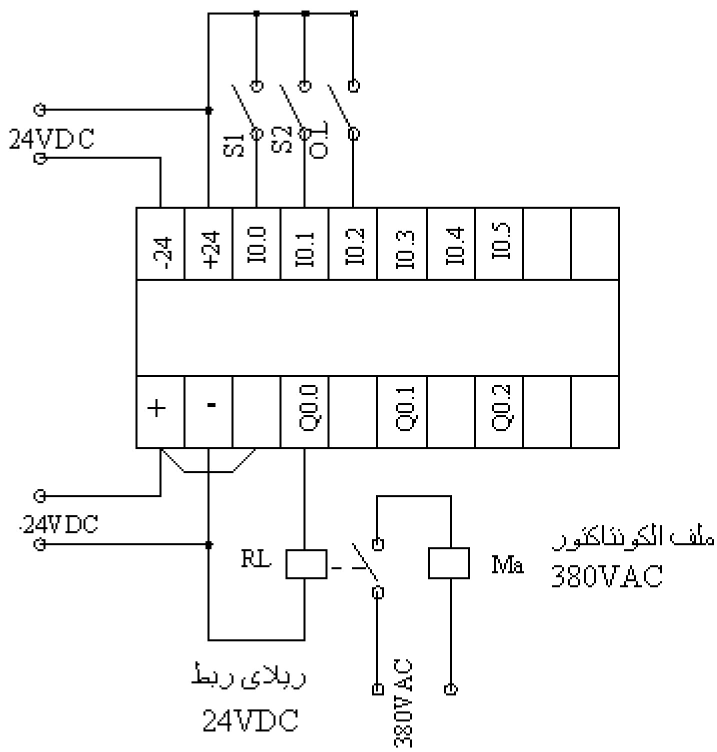
على الضاغط Start Push Button ثم تحريره، لاحظ أن مرور تيار التحكم سيتحول عن طريق ريشة التلامس المساعدة (التعويضية) Ma



شكل (٤-١٢) دائرة قوى وتحكم تقليدية لتشغيل محرك كهربي ثلاثي الأوجه

أما إذا أردنا تشغيل تلك الدائرة عن طريق جهاز PLC فإن دائرة القوى ستظل كما هي أما دائرة التحكم فتكون كما يلي :

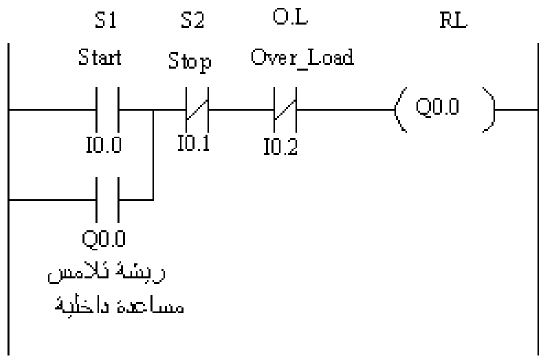
١- مخطط توصيلات جهاز PLC ، كما بشكل (٤-١٥) ، استخدم ريلاى ربط RL وذلك بسبب أن ملف الكونتاكتور Ma 380VAC وأن خرج PLC يعمل على 24VDC .



شكل (٤-١٢ ب) مخطط توصيلات جهاز PLC

٢- البرنامج

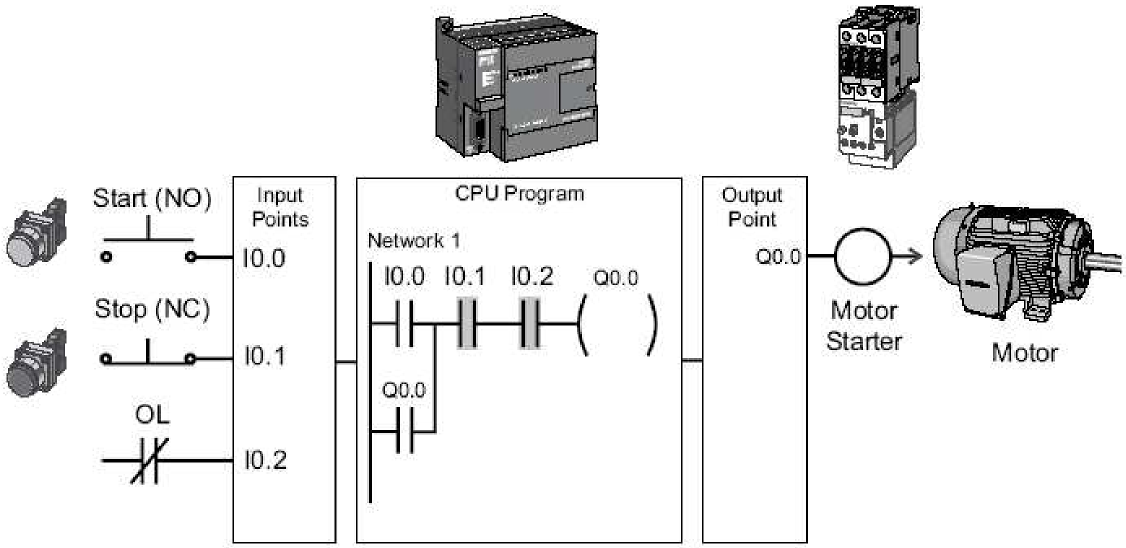
<u>لغة السُلم Ladder Diagram</u> ، كما بشكل (٤-١٢ جـ)



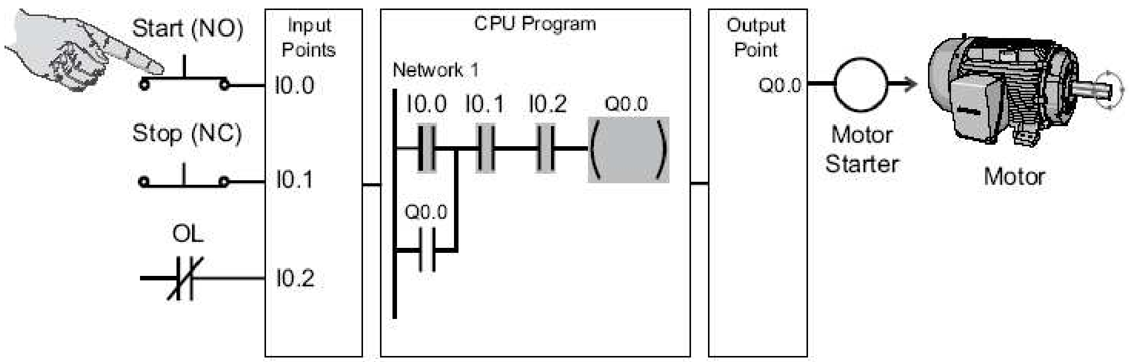
شكل (٤-١٢ جـ) لغة السُلم Ladder Diagram

أشكال (٤-١٣ أ،ب،ج،د) تبين مسار التيار داخل برنامج PLC (الجزء المظلل) لكل من حالة السكون ، حالة بدء الحركة Start ، الريشة المساعدة الداخلية للجهاز Q0.0 تكون ممر داخلي للتيار بدلاً من الضاغط S1 ، حالة التوقف Stop .

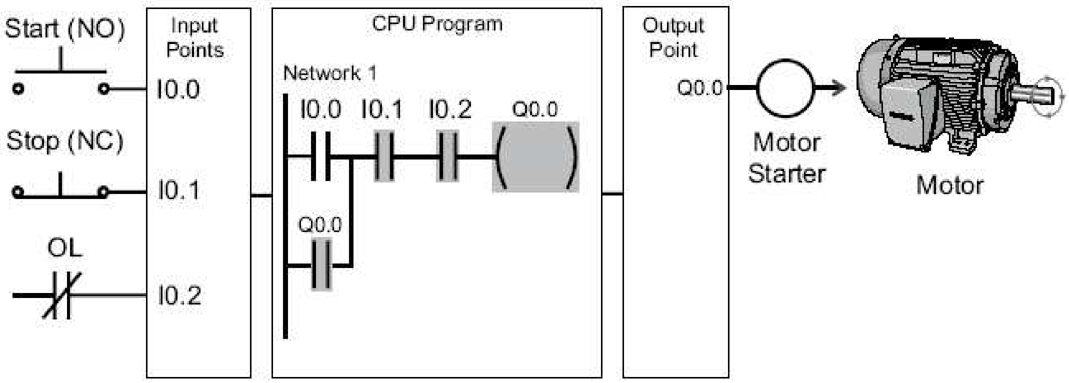
الرمز المظلل يكون موصل (ON) والغير مظلل يكون مفتوح (OFF)



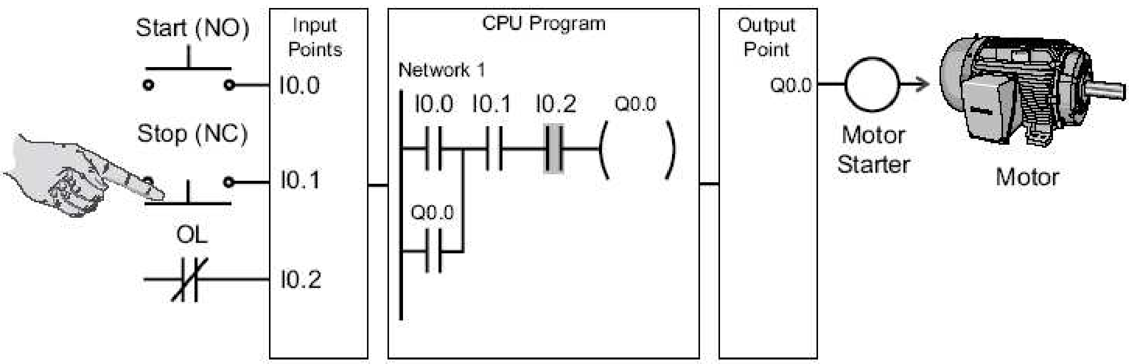
شكل (٤-١٣ أ) حالة السكون



شكل (٤-١٣ب) حالة بدء الحركة (المحرك يبدأ في الدوران)



شكل (٤-١٣جـ) حالة التشغيل المستمر



شكل (٤-١٣د) حالة التوقف

<u>لغة القائمة Statement List</u>

LD I0.0

O Q0.0

AN I0.1

AN I0.2

= Q0.0

مثال (٤-٧)

في مثال (٤-٦) يراد تركيب لمبتي بيان لمعرفة حالة المحرك (تشغيل / توقف) . ما هي التغييرات التي ستجرى ؟

الحــل

<u>مخطط توصيلات جهاز PLC</u>

يتم إضافة لمبتي بيان للخرج Q0.1 والخرج Q0.2 ، كما بشكل (٤-١٧)

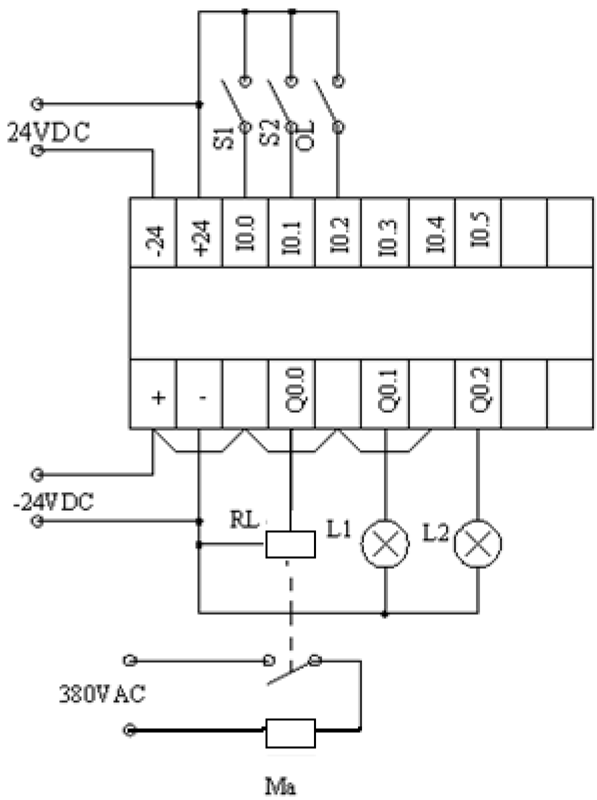
L1 لمبة بيان 24VDC لبيان حالة تشغيل المحرك Running .

L2 لمبة بيان 24VDC لبيان حالة تقف المحرك Stop .

يجب ملاحظة أنه يمكن استخدام عدة ريش توصيل داخلية مختلفة (NO , NC) وهذا يعتمد على سعة الجهاز (RAM) .

استخدمت الريشة الداخلية المفتوحة لريلاى الخرج Q0.0 لتشغيل الخرج Q0.1 لمبة بيان تشغيل المحرك ، والريشة الداخلية المغلقة لنفس الريلاى Q0.0 لتشغيل الخرج Q0.2 لمبة بيان توقف المحرك .

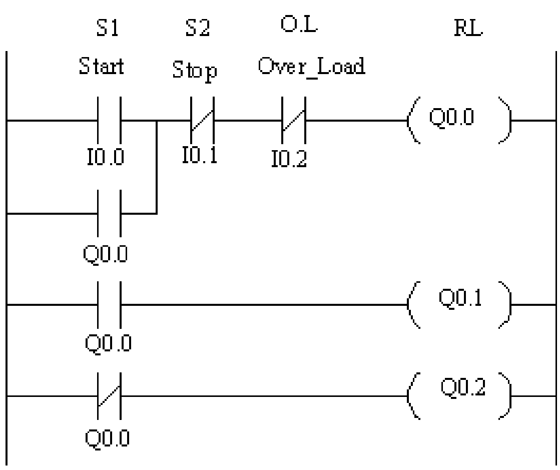
مخطط توصيلات جهاز PLC ، كما بشكل (٤-١٤ أ)



شكل (٤-١٤ أ) مخطط توصيلات جهاز PLC

البرنامج

<u>لغة السُلم Ladder Diagram</u> بشكل (٤-١٤ ب)



شكل (٤-١٤ ب)) لغة السُلم Ladder Diagram

لغة القائمة Statement List

```
LD   I0.0
O    Q0.0
AN   I0.1
AN   I0.2
=    Q0.0
LD   Q0.0
=    Q0.1
LDN  Q0.0
=    Q0.2
```

مثال (٤-٧)

في مثال (٣-٣) في الباب السابق لتشغيل وعكس حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه، أكمل الحل بكتابة البرنامج على جهاز PLC :

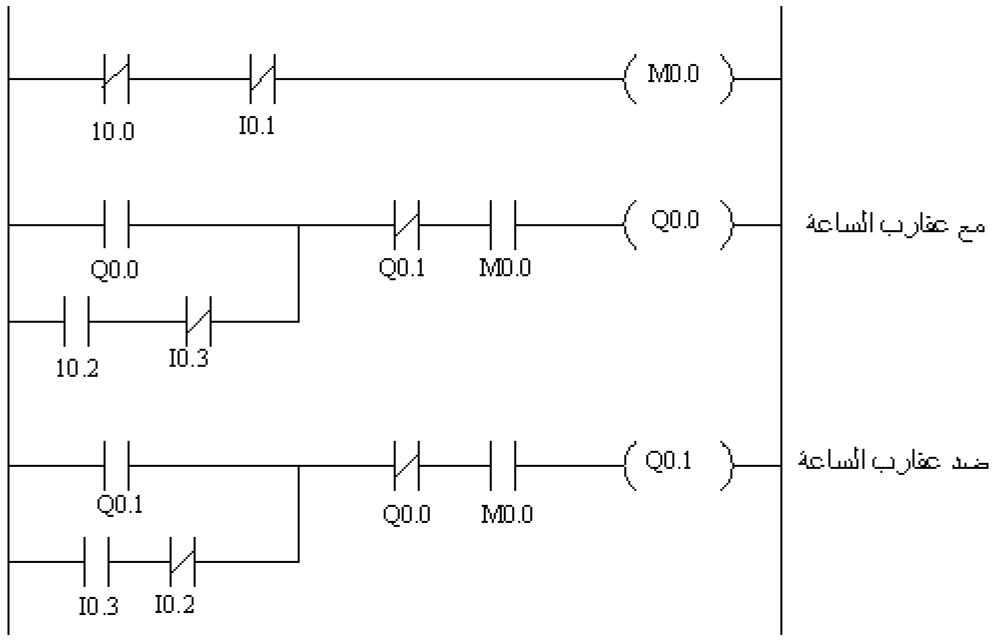
١- **لغة السُلم** Ladder Diagram .

٢- **لغة القائمة** Statement List

الحــل

لغة السُلم Ladder Diagram

حيث أنه تم استخدام المفتاح S1 وتلامس O.L من النوع NC فلا يتم استخدام بوابة NOT قبلهما . شكل (٤-١٥) يبين الشكل السلمي لتشغيل وعكس حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه مع استخدام المفتاح S1 وتلامس O.L من النوع NC.



شكل (٤-١٥) الشكل السُلمى لتشغيل وعكس حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه

لغة القائمة Statement List

Network 1

LD I0.0

A I0.1

= M0.0　　　　Marker

Network 2

LD Q0.0

AN I0.3

O

AN Q0.1

```
A      M0.0

=    Q0.0                          Clockwise

Network 3

LD    Q0.1

AN   I0.2

O      I0.3

AN    Q0.0

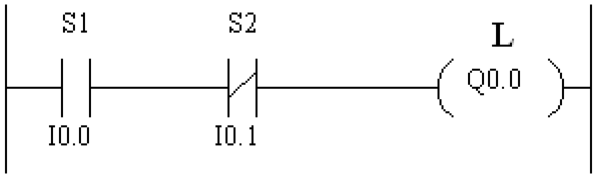
A      M0.0

=      Q0.1                          Anticlockwise
```

الفليب – فلوب من النوع SR في جهاز PLC

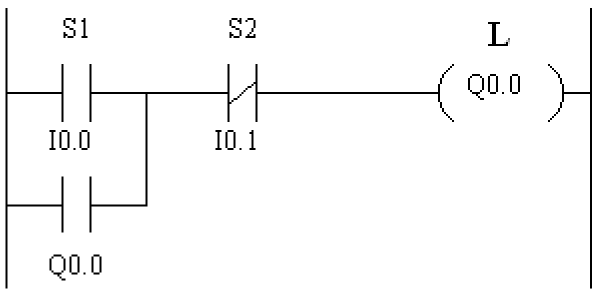
تمهيد

شكل (٤-١٦) يبين مخطط سُلمى لتشغيل حملاً كهربياً L عن طريق ضاغط كهربي Pushbutton S1 من النوع NO بالتوالي معه ضاغط كهربي S2 من النوع NC .



شكل (٤-١٦) مخطط سُلمى لتشغيل حملاً كهربياً

عند الضغط على الضاغط S1 يمر تيار كهربي إلى الحمل L ويستمر طالما استمر الضغط على الضاغط S1 ، عند تحرير هذا الضاغط ينقطع مرور التيار الكهربي عن الحمل . أما في شكل (٤-١٧) حيث تم وضع الريشة المساعدة الداخلية للريلاى Q0.0 في وضع OR مع S1 وعند الضغط على الضاغط S1 يمر تيار كهربي إلى الحمل L ويستمر حتى بعد تحرير الضاغط S1 .



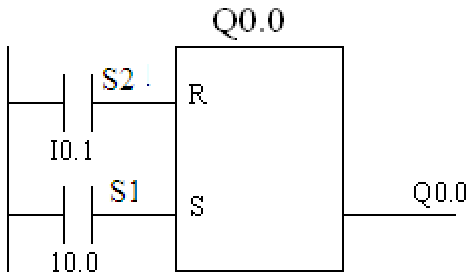
شكل (٤-١٧) وضع الريشة المساعدة الداخلية للريلاى Q0.0 في وضع OR مع S1

وهنا قد يتبادر إلى الذهن هذا السؤال ، هل يمكن الحصول على الحالة الثانية بدون استخدام ريش الريلاى المساعدة ؟ الإجابة بنعم يمكن ذلك بواسطة الفليب – فلوب . يوجد نوعان من الفليب – فلوب لهذا الغرض في أجهزة PLC :

١- النوع RS ذو أسبقية التحرير Reset (R) .
٢- النوع SR ذو أسبقية الإمساك Set (S) .

النوع RS ذو أسبقية التحرير Reset (R)

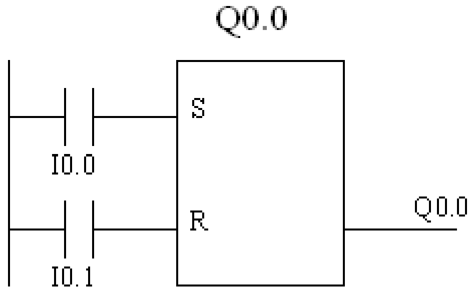
شكل (٤-١٨) يبين مخطط سُلمى للفليب – فلوب من النوع RS ذو أسبقية التحرير Reset (R) ومنه نرى أن الضاغط S1 والضاغط S2 من النوع NO . عند الضغط على S1 ولو لفترة قصيرة تصل إشارة عالية (1) للمدخل I0.0 فيحدث إمساك للفليب – فلوب Q0.0 وتصبح حالته (1) وعند الضغط على S2 ولو لفترة قصيرة تصل إشارة عالية (1) للمدخل I0.1 فيحدث تحرير للفليب – فلوب Q0.0 وتصبح حالته (0). أما عند الضغط على الضاغطين S2 , S1 معاً في نفس اللحظة بمعنى I0.1 = 1, I0.0 = 1 وحيث أن هذا الفليب – فلوب له أسبقية التحرير فتكون حالة الخرج Q0.0=0 .



شكل (٤-١٨) مخطط سُلمى للفليب – فلوب من النوع RS

النوع SR ذو أسبقية الإمساك Set (S)

شكل (٤-١٩) يبين مخطط سُلمى للفليب – فلوب من النوع SR ذو أسبقية الإمساك Set (S) ومنه نرى كذلك أن الضاغط S1 والضاغط S2 من النوع NO ، وهو مماثل للنوع السابق في نفس عمليتي الإمساك والتحرير إلا أنه يختلف عنه في أسبقية الإمساك ، فعند الضغط على الضاغطين S1 , S2 معاً في نفس اللحظة بمعنى I0.1 = 1 , I0.0 = 1 وحيث أن هذا الفليب – فلوب له أسبقية الإمساك فتكون حالة الخرج Q0.0=1



شكل (٤-١٩) مخطط سُلمى للفليب – فلوب من النوع SR

المؤقتات الزمنية Timers

درسنا في الباب الثاني المؤقتات الزمنية وأنواعها وسوف نستخدم في هذا العام ثلاثة أنواع فقط منها وهى :

*- المؤقت الزمني On-Delay Timer.

*- المؤقت الزمني Off Delay Timer.

*- المؤقت الزمني النبضي Pulse Timer.

جميع أنواع المؤقتات الزمنية في أجهزة PLC لها ثلاثة مداخل وخرج واحد (يوجد مداخل ومخارج أخرى خارج نطاق دراستنا هذا العام) :

*- مدخل التشغيل وسوف نرمز له بالرمز T أو S .

*- مدخل الفصل وسوف نرمز له بالرمز R .

*- مدخل تحديد زمن التشغيل وسوف نرمز له بالرمز TV ويحدد علية الزمن المطلوب.

*- الخرج وسوف نرمز Q.

ملاحظات

١- تختلف هذه الرموز كما يختلف الشكل السُلمى لها من جهاز الى آخر حسب الموديل والنوع .

٢- عند وصول إشارة عند الدخل R يتوقف المؤقت عن العمل فور لحظة وصول هذه الإشارة.

المؤقت الزمنى On-Delay Timer

شكل (٤-٢٠) يبين المخطط السُلمى للمؤقت On-Delay .

تختلف رموز دخل قيمة الزمن من جهاز إلى آخر فعلى سبيل المثال ، الزمن المطلوب

$T = X.t$

حيث X الرقم الذي يجب وضعه ، Y يمثل رمز شرائح الزمن المتاحة على PLC ، t تساوى شريحة الزمن أمام Y .

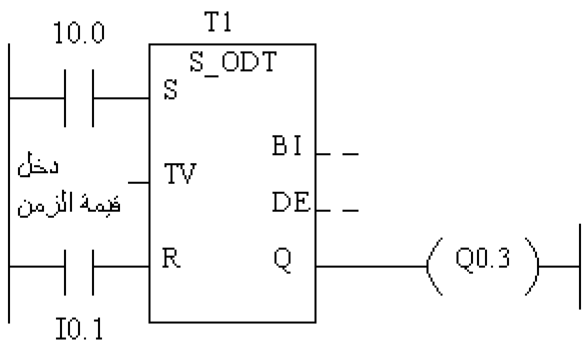
Y	0	1	2	3
t	10ms	100ms	1s	10S

فعلى سبيل المثال إذا كان رمز الإدخال KT10.1 فإن

$$T = 10\,x\,100x10^{-3} = 1\,S$$

لكل نوع من أجهزة PLC طرق معينة لكيفية وضع الزمن .

طريق التشغيل



شكل (٤-٢٠) المخطط السلمي للمؤقت On-Delay

عندما تكون حالة الدخل I0.0 عالية (1) لمدة أكبر من زمن التأخير T المضبوط عليه المؤقت فإن خرج المؤقت Q0.3 يصبح عالياً (1) وذلك بعد الفترة الزمنية T ويظل هكذا طالما كانت حالة I0.0 عالية . عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير R تتحول حالة الخرج Q0.3 إلى (0) في نفس اللحظة .

لغة القائمة للمؤقت الزمني On-Delay Timer

LD I0.0

L KT10.1

SD T1

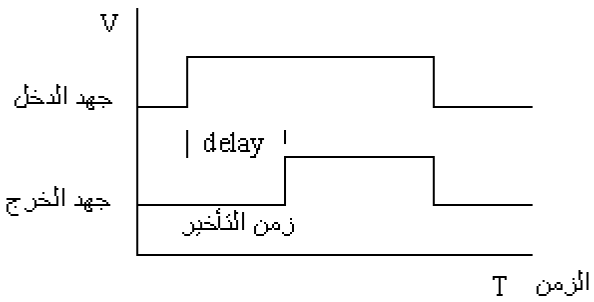
A I0.1

R T1

A T1

= Q0.3

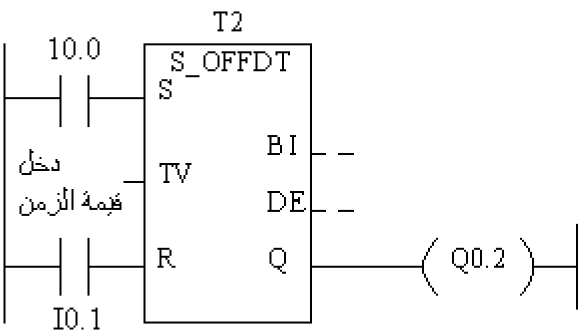
شكل (٤-٢١) يبين المخطط الزمني للمؤقت On-Delay



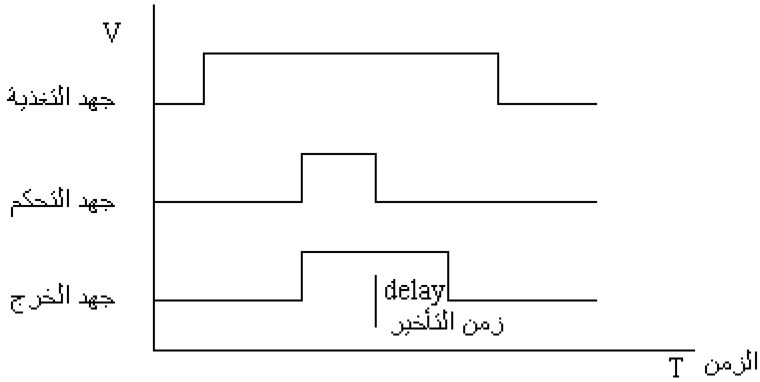
شكل (٤-٢١) المخطط الزمني للمؤقت On-Delay

المؤقت الزمني Off Delay Timer

شكل (٤-٢٢) يبين المخطط السُلمى للمؤقت Off-Delay ، وشكل (٤-٢٦) يبين المخطط الزمني لهذا المؤقت .



شكل (٤-٢٢) المخطط السلمي للمؤقت Off-Delay



وشكل (٤-٢٣) المخطط الزمني للمؤقت Off Delay

لغة القائمة للمؤقت الزمنى On-Delay Timer

LD   I0.0

L   KT10.1

S Off   T1

A   I0.1

R   T1

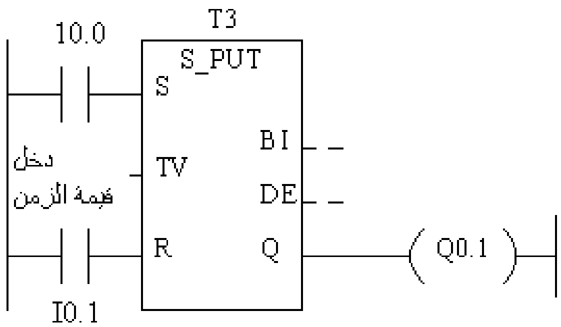
A   T1

=   Q0.2

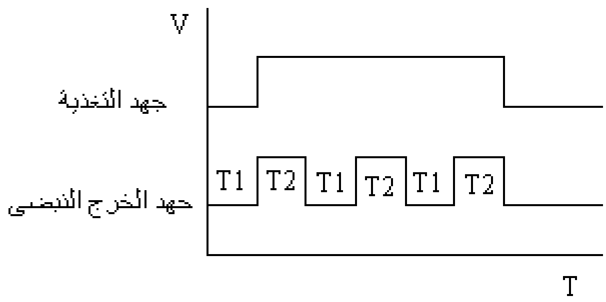
نلاحظ أنه لا يوجد اختلاف في لغة القائمة إلا في وظيفة المؤقت ،وضع S Off   T1 بدلاً من T1   SD .

المؤقت الزمني النبضي Pulse Timer

شكل (٤-٢٤) يبين المخطط السلمي للمؤقت Pulse Timer ، وشكل (٤-٢٥) يبين المخطط الزمني لهذا المؤقت .



شكل (٤-٢٤) المخطط السلمي للمؤقت Pulse Timer



شكل (٤-٢٥) يبين المخطط الزمني للمؤقت Pulse

لغة القائمة للمؤقت الزمني On-Delay Timer

```
LD   I0.0
L    KT10.1
SP   T1
```

A I0.1

R T1

A T1

= Q0.1

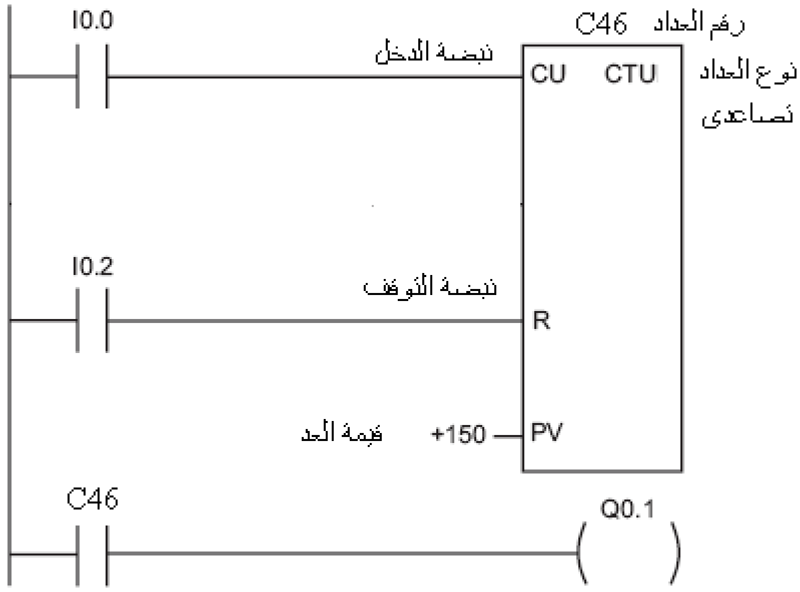
العدادات Counters

درسنا في الباب السابق العدادات وأنواعها، وفى هذا الباب سوف ندرس كيفية استخداماتها في أجهزة PLC ، الأنواع الثلاثة التالية هي الشائعة الاستخدام :-

١-العداد التصاعدي UP Counter

في العداد التصاعدي يزداد العد بمقدار واحد بحيث يبدأ من 0 (zero) إلى الرقم المضبوط عليه العداد مسبقاً Preset value في كل مرة يتحول فيها الدخل عند CU من الحالة (0) إلى الحالة (1) حتى يصل إلى الرقم المضبوط عليه العداد مسبقاً Preset value عند الدخل PV ، فور ذلك يعطى خرجاً ، إذا استمر زيادة العد لا يؤثر ذلك على حالة الخرج (إلى أن يصل إلى القيمة العظمى للعد . عند حدوث إشارة عالية (1) على الدخل R يتوقف العد ويتحول الخرج إلى حالة (0) .

شكل (٤-٢٦) يبين المخطط السلمي للعداد التصاعدي .



شكل (٤-٢٦) المخطط السلمي للعداد التصاعدي

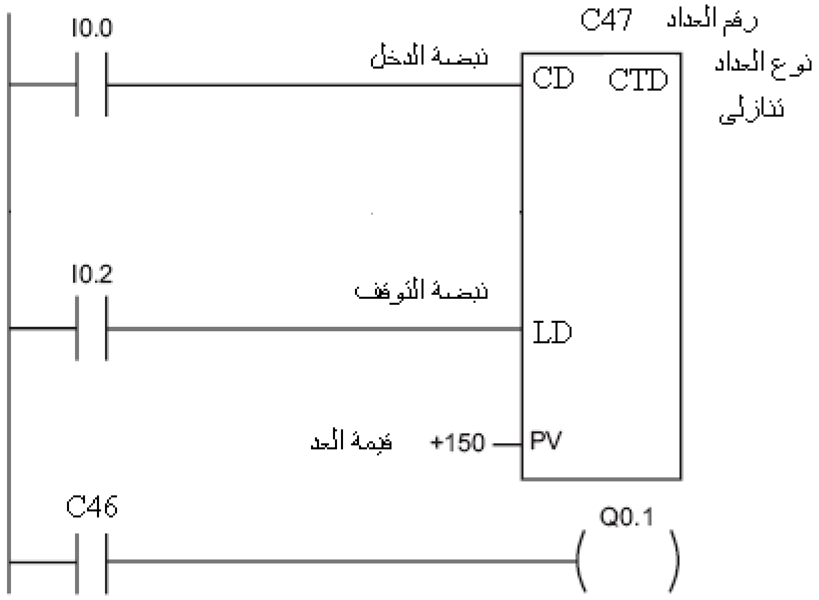
لغة القائمة للعداد التصاعدي

```
LD      I0.0    // Count Up Clock
LD      I0.2   // Reset
CTU   C46, 150
```

٢- العداد التنازلي Down Counter

في العداد التنازلي يقل العد بمقدار واحد بحيث يبدأ من الرقم المضبوط عليه العداد مسبقاً Preset value عند الدخل PV إلى أن يصل إلى 0 (zero) وذلك في كل مرة يتحول فيها الدخل عند CD من الحالة (0) إلى الحالة (1) فور ذلك يعطى خرجاً ، عند وصول إشارة عالية (1) عند الدخل LD يعود العداد إلى الرقم المضبوط عليه مسبقاً Preset value ليتحول الخرج إلى الحالة (0) .

شكل (٤-٢٧) يبين المخطط السلمي للعداد التنازلي



شكل (٤-٢٧) المخطط السلمي للعداد التنازلي

لغة القائمة للعداد التنازلي

LD I0.0 // Count Down Clock

LD I0.2 // Reset

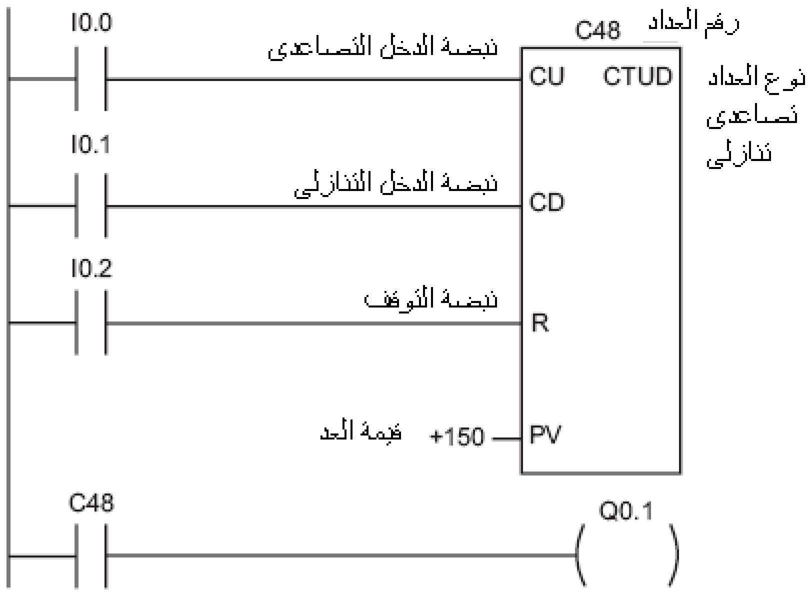
CTU C47, 150

٣- العداد التصاعدي التنازلي Up-Down Counter

يمكنه العد تصاعدياً بواحد في كل مرة يتحول فيها الدخل عند CU من الحالة (0) إلى الحالة (1) ، ويمكنه العد تنازلياً بواحد في كل مرة يتحول فيها الدخل عند CD من الحالة (0) إلى الحالة (1) ، يعطى العداد خرجا عند وصول العد إلى Preset value ،

عند حدوث إشارة عالية (1) على الدخل R يتوقف العد ويتحول الخرج إلى حالة (0) .

شكل (٤-٢٨) يبين المخطط السلمي للعداد التصاعدي التنازلي



شكل (٤-٢٨) المخطط السلمي للعداد التصاعدي التنازلي

لغة القائمة للعداد التصاعدي

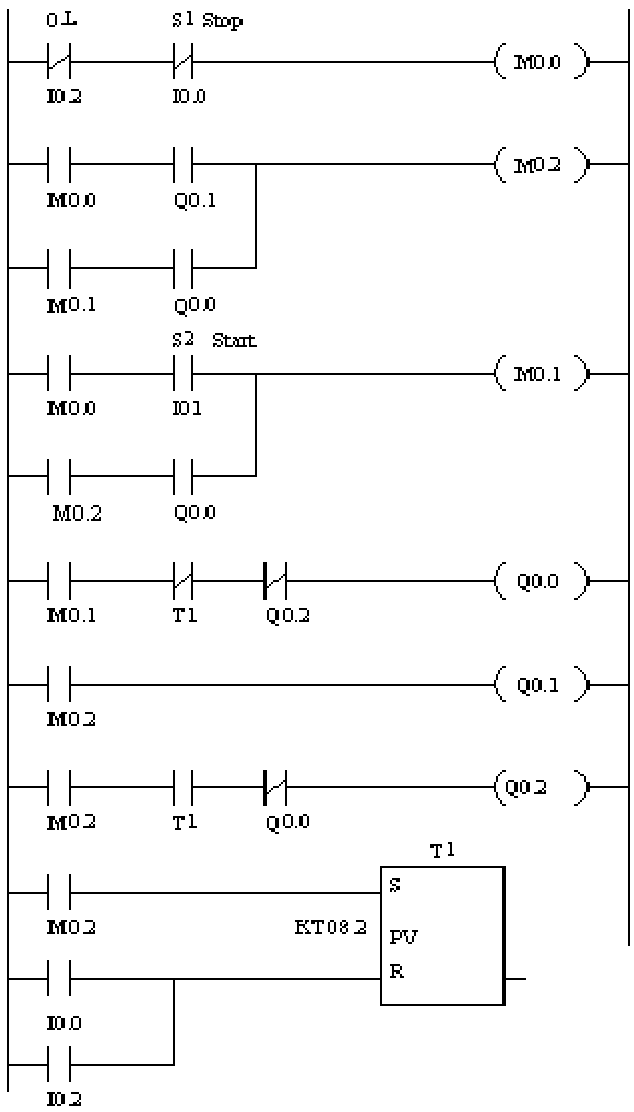
```
LD     I0.0   // Count Up Clock
LD     I0.1   // Count Down Clock
LD     I0.2   // Reset
CTU   C48, 150
```

مثال (٤-٨)

في مثال (٣-٤) في الباب السابق محرك كهربي قدرة 50 حصان 380/660 V ، وسيلة بدء الحركة له Y/Δ (نجمة/دلتا) ، أكمل الحل بكتابة البرنامج على جهاز PLC ، بلغة السُلم Ladder Diagram .

الحل

شكل (٤-٢٩) يبين المخطط السُلمى لبدء حركة محرك Y/Δ



شكل (٤-٣٠) المخطط السُلمى لبدء حركة محرك Y/Δ

لو فرضنا أن الزمن اللازم لوصول المحرك إلى 75% من سرعته المقننة يساوى 8 ثواني ويكون الرقم الموضوع أمام PV هو KT 08.2 .

مثال (٤-٩)

في مثال (٣-٥) في الباب السابق يراد تشغيل أربعة محركات في تتابع زمني بحيث :

*- يبدأ تشغيل المحرك الأول فور الضغط على ضاغط بدء الحركة .

*- يبدأ تشغيل المحرك الثاني بعد فترة زمنية معينة من تشغيل المحرك الأول مقدارها 5 ثانية .

*- يبدأ تشغيل المحرك الثالث بعد فترة زمنية معينة من تشغيل المحرك الثاني 12 ثانية .

*- يبدأ تشغيل المحرك الرابع بعد فترة زمنية معينة من تشغيل المحرك الثالث 9 ثانية .

*- عند الضغط على ضاغط الإيقاف تتوقف جميع المحركات فى نفس اللحظة .

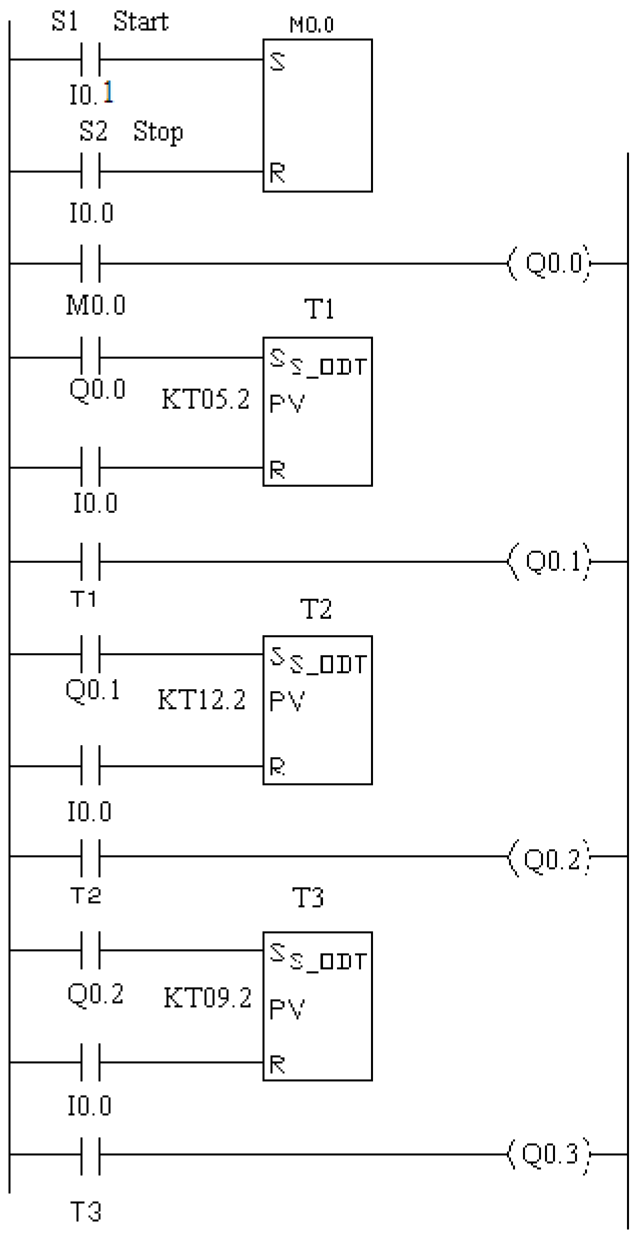
المطلوب :

أكمل الحل بكتابة البرنامج على جهاز PLC ، بلغة السُلم Ladder Diagram .

الحـل

شكل (٤-٣١) يبين المخطط السلمي لتشغيل أربعة محركات في تتابع زمني

في هذه الدائرة قد تم استخدام ذاكرة فليب – فلوب من النوع SR وذلك للتشغيل والتوقف (Start – Stop) . كما أستخدم ثلاثة مؤقتات زمنية (T1 , T2 , T3) .



شكل (٤-٣١) المخطط السلمي لتشغيل أربعة محركات في تتابع زمني

تمارين على الباب الرابع

١- ما الفرق بين الذاكرة ROM والذاكرة RAM في أجهزة PLC ؟

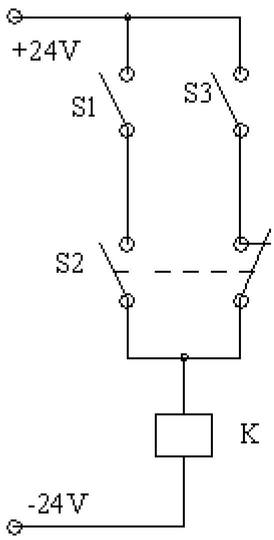
٢- اشرح باختصار المعالج Processor في أجهزة المتحكم المنطقي PLC .

٣- ارسم مع كتابة البيانات المخطط الصندوقي لمحتويات معالج العمليات المركزية .

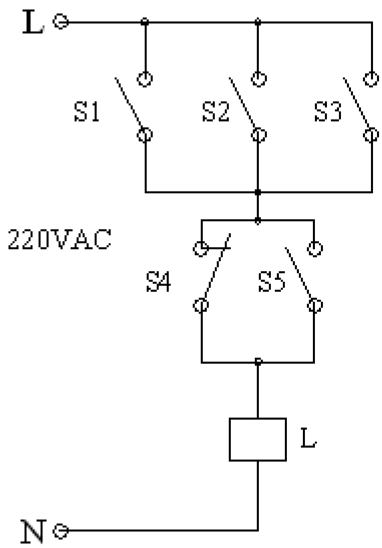
٤- ما هي لغات برمجة جهاز PLC ؟ وضح إجابتك بذكر بعض الأمثلة البسيطة .

٥- أذكر بعض نظم الترقيم في أجهزة PLC ، مع إعطاء أمثلة لكل نظام .

٦- المطلوب عمل البرنامج المناسب للدوائر الكهربية الآتية ، بلغتي السُلم والقائمة مع عمل التوصيلات على جهاز PLC .

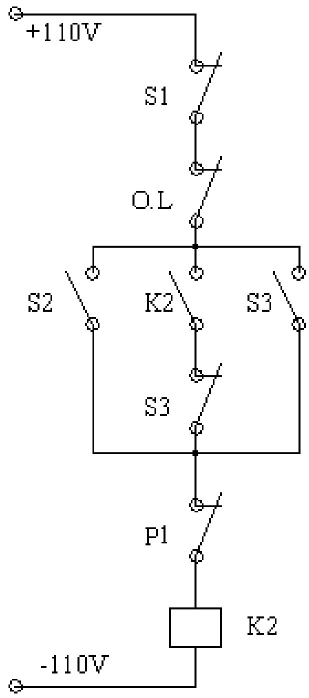


A

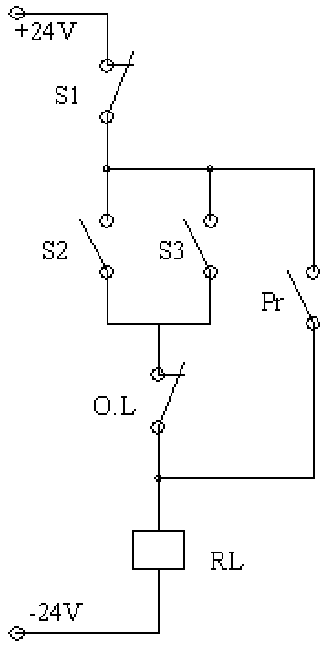


B

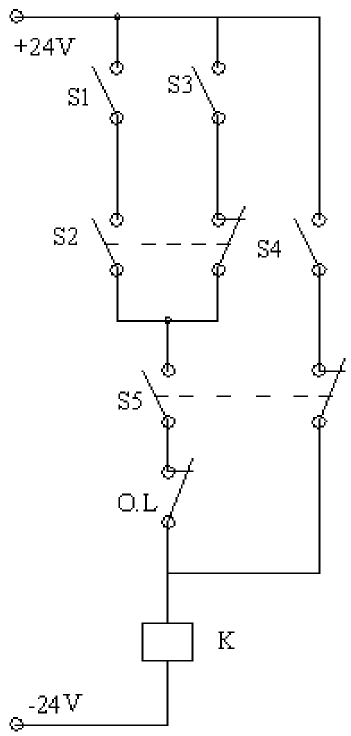
٧- المطلوب عمل البرنامج المناسب للدوائر الكهربية الآتية ، بلغتي السُلم مع عمل التوصيلات على جهاز PLC .


+110V
S1
O.L
S2
K2
S3
S3
P1
K2
-110V

A


+24V
S1
S2
S3
Pr
O.L
RL
-24V

B


+24V
S1
S3
S2
S4
S5
O.L
K
-24V

C

٨- أكمل حل تمرين رقم ١٠ وتمرين رقم ١١ في الباب الثالث بوضع البرنامج المناسب لكل منهما وذلك بلغة السُلم ولغة القائمة لتحميلها على جهاز PLC .

٩- محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه 380/660 22KW يعمل على جهد 380V ثلاثي الأوجه ، يحرك ماكينة لتشغيل سير لنقل البضائع . أقترح طريقة لبدء حركة هذا المحرك، على أن يبدأ الحركة بواسطة ضاغطين من مكانين مختلفين ويتوقف أيضاً من مكانين مختلفين بالإضافة إلى ضاغط إيقاف الطوارئ Emergency Stop ، المحرك مزود بجهاز حماية ضد زيادة الحمل ، المطلوب :

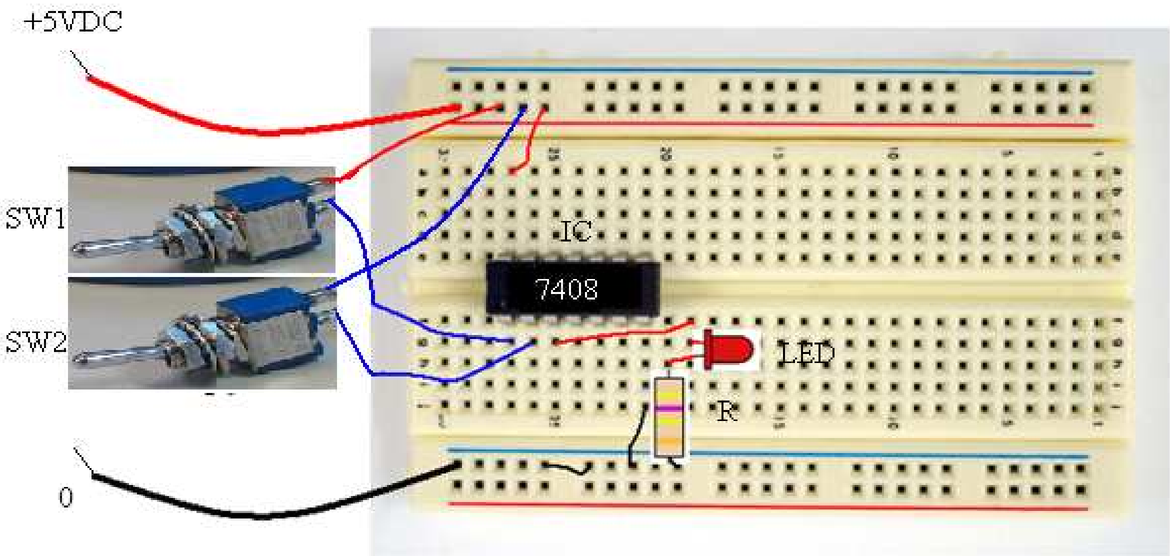
- رسم توصيلات الخارجية على جهاز PLC .
- عمل البرنامج المناسب بلغة السُلم وذلك لبدء وتشغيل وإيقاف المحرك .

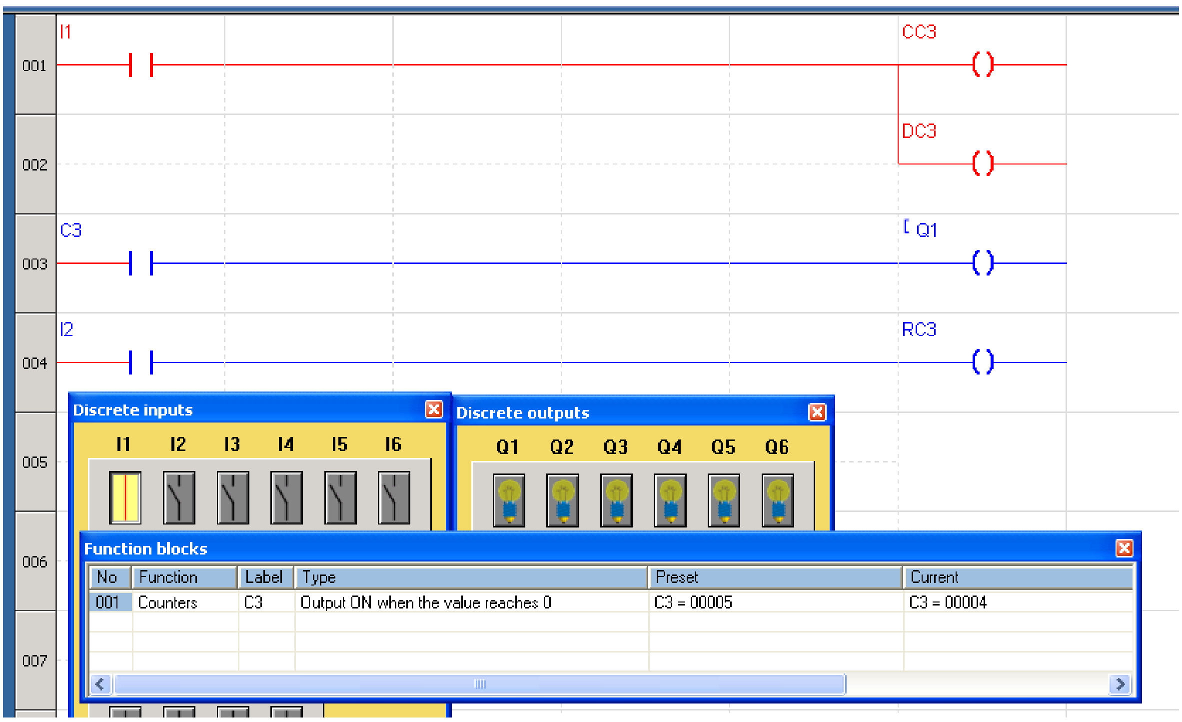
١٠- يراد تشغيل خمسة محركات في تتابع زمني بحيث:

- يبدأ المحرك الأول والثاني الحركة معاً عند الضغط على ضاغط التشغيل Start .
- بعد 5 ثواني يبدأ المحرك الثالث في الدوران .
- بعد 10 ثواني من بدء الحركة يتوقف المحرك الثاني ويبدأ المحرك الرابع في الدوران .
- بعد 6 ثواني من تشغيل المحرك الرابع يتوقف المحرك الأول ويبدأ المحرك الخامس في الدوران .
- تستمر المحركات (الثالث ، الرابع والخامس) في الدوران إلى أن يتم الضغط على ضاغط الإيقاف Stop .

التحكم المنطقى المبرمج

التدريبات العملية





الباب الأول

جهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC

جهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC

مقدمة

لكي نتمكن من إجادة التعامل مع أجهزة المتحكم المنطقي المبرمج PLC لابد لنا من معرفة وإتقان التعامل مع بعض المكونات الالكترونية مثل البوابات المنطقية والمؤقتات الزمنية ....الخ.

التمرين الأول

في توصيلات وتجربة وتشغيل البوابات المنطقية نحتاج إلى منبع قدرة تيار مستمر DC Power SUPPLY بقيم تناسب نوع الدائرة المتكاملة المنطقية المستعملة حيث يوجد نوعان :

- النوع TTL وجهد تغذيته 5VDC وهو مجموعة ----74.
- النوع CMOS وجهد تغذيته 3—15 VDC وهو مجموعة ----40.

في هذا الكتاب سوف نستخدم مجموعة ---74
دائرة تثبيت وتنظيم الجهد التي سنستخدمها كمنبع قدرة في التدريبات العملية علي استنتاج جداول الحقيقة للبوابات المنطقية ,(AND , OR , NOT ,) والفليب – فلوب SR هي التمرين الثاني في مادة الكترونيات القوي (تدريبات عملية) .

التمرين الأول

اسم التمرين التعرف علي البوابات المنطقية (AND , OR , NOT) والفليب - فلوب SR

الغرض من التمرين : استنتاج جدول الحقيقة للبوابات المنطقية ,(AND , OR , NOT ,)

والفليب – فلوب SR

الخامات والعدد والأدوات المطلوبة :

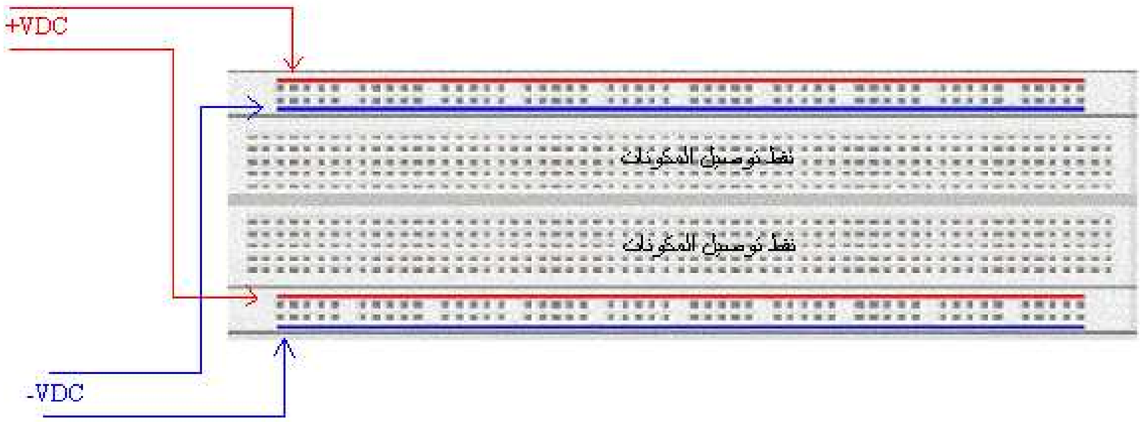
م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	العدد والأدوات
١ ٢ ٣ ٤ ٥	لوحة التجارب Bread Board منبع تغذية 5 V منظم (التمرين الثاني بمادة الكترونيات القوي) يستخدم في هذه التدريبات أسلاك توصيل mm^2 ½ في حالة عدم وجود أطراف التوصيل مع لوحة التجارب	عدد " م	١ ١ ١٥ سم	١ - جهاز أفوميتر ٣ - قصافة بيد معزولة ٤ - زرادية ببوز ملفوف ٥ - زرادية ببوز تمساح ٦ – جفت مناسب

طريقة التنفيذ : **مقدمـــة :**

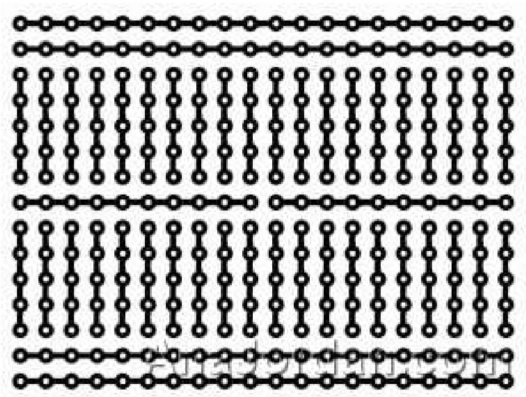
لوحة التجارب الجاهزة Bread Board

لوحة التجارب لها عدة أشكال وأحجام ولكن جميعها تتفق في إنها مكونة من عدد كبير من الثقوب لتثبيت وتوصيل المكونات الالكترونية والكهربية بها ، هذه الثقوب تكون موصلة داخلياً على شكل مجموعات ، شكل (١-٤ أ) يبين صورة لوحة تجارب Bread Board وشكل (١-٤ ب) يبين رسم تخطيطي لتوصيل مجموعات الثقوب.

هذه اللوحة مفيدة جداً في تكوين الدوائر الالكترونية وخصوصاً الدوائر المتكاملة IC وذلك بوضع أرجل (أطراف) المكونات داخل الثقوب بدون اللجوء إلى عمليات اللحام، يمكن رفع المكونات لاستخدامها مئات المرات دون تلفها . سوف نستخدم هذه اللوحة في إجراء تمارين البوابات المنطقية والمؤقتات الزمنية. ويجب تداركها في تجهيزات الأقسام بالمدارس .



شكل (١-٤أ) صورة لوحة تجارب Bread Board



شكل (١-٤ ب) رسم تخطيطي لتوصيل مجموعات الثقوب

التدريب الأول : بوابة AND

الغرض من التدريب: استنتاج جدول الحقيقة لبوابة AND

الخامات والأدوات المطلوبة :

١- لوحة تجارب Bread Board .

٢- المتكاملة IC رقم 7408 ، وتتكون من أربعة بوابات AND ، شكل (١- ٤ جـ) يبين رسماً تخطيطا لبيان أرجل هذه المتكاملة و شكل (١-٤د) يبين الدائرة النظرية لبوابة AND.

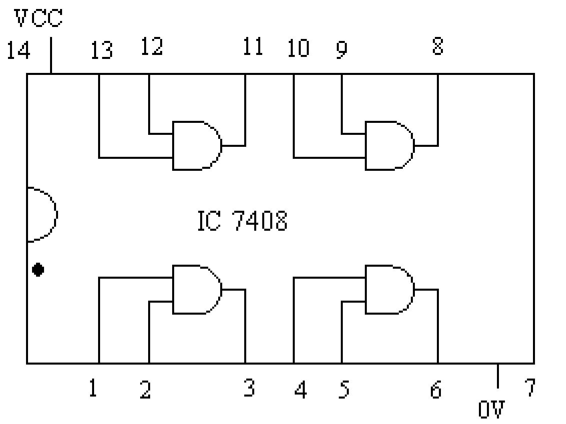
٣- دايود مشع LED .

٤- مقاومة كربونية (R) Ω 150 W $\frac{1}{4}$.

٥- منبع تغذية 5VDC ثابت .

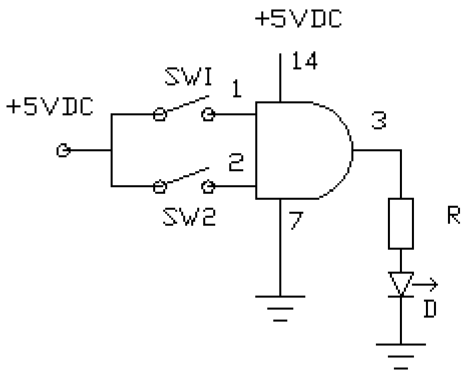
٦- مفتاحان قدرة صغيرة من النوع ON/OFF .

٧- أسلاك التوصيل .



شكل (١- جـ) رسم تخطيطي لبيان أرجل هذه المتكاملة

شكل (١-٥ ب) الدائرة النظرية لبوابة AND

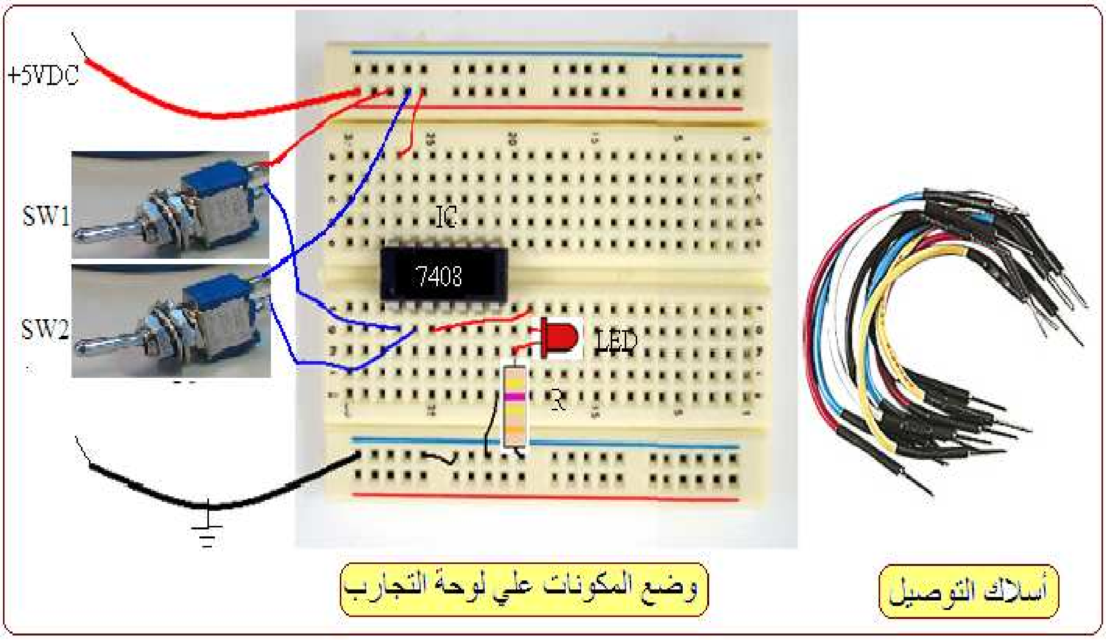


شكل (١-٤ د)

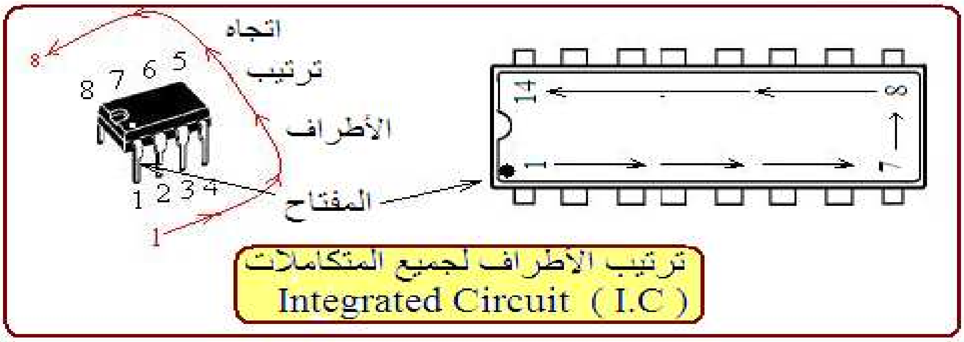
طريقة التنفيذ :

توضع المكونات على لوحة التجارب وتغذيتها بجهد 5VDC كما بشكل (١-٤ هـ) ، بواسطة المفتاحين SW1 , SW2 استنتج جدول الحقيقة لبوابة AND .

مع مراعاة تحديد أرقام أطراف المتكاملات الالكترونية (I . C) شكل (١-٤ و)



شكل (١-٤ هـ)



شكل (١-٤ و)

SW1 0=OFF 1=ON	SW2 0=OFF 1=ON	LED
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

جدول الحقيقة لبوابة AND

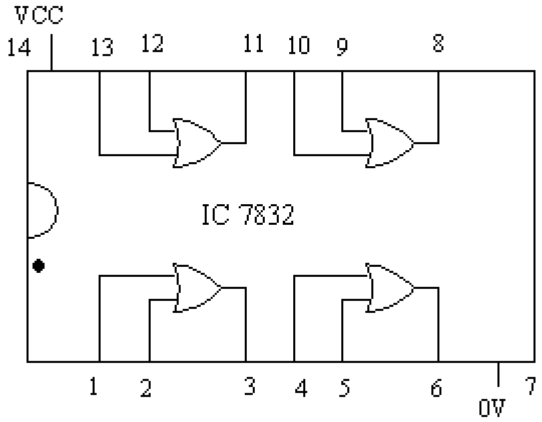
التدريب الثاني : بوابة OR

الغرض من التدريب: استنتاج جدول الحقيقة لبوابة OR

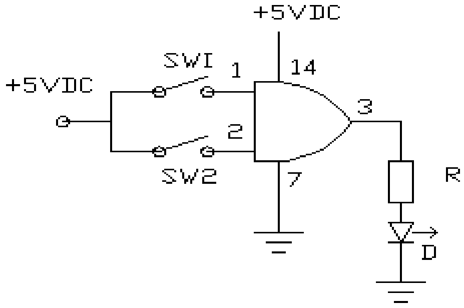
الخامات والأدوات المطلوبة :

نفس خامات وأدوات التمرين الثاني مع استبدال المتكاملة 7408 (أربعة بوابات AND) بالمتكاملة 7432 (أربعة بوابات OR) .

تتكون المتكاملة IC رقم 7432 من أربعة بوابات OR ، شكل (١- ٥أ) يبين رسم تخطيطي لبيان أرجل هذه المتكاملة و شكل (١-٥ب) يبين الدائرة النظرية لبوابة OR.



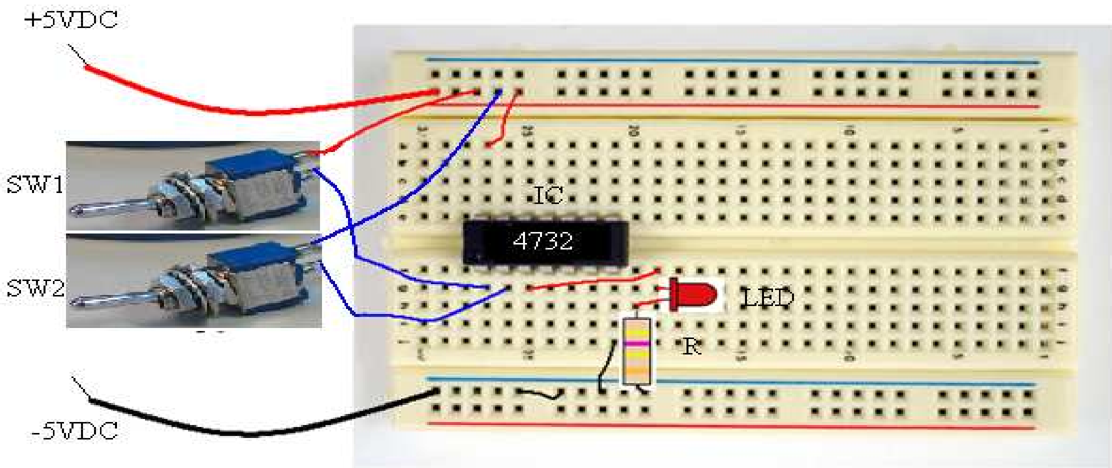
شكل (١- ٥أ) رسم تخطيطي لبيان أرجل هذه المتكاملة



شكل (١-٥ب) الدائرة النظرية لبوابة OR

طريقة التنفيذ :

توضع المكونات على لوحة التجارب وتغذيتها بجهد 5VDC كما بشكل (١-٥جـ) ، بواسطة المفتاحين SW1 , SW2 استنتج جدول الحقيقة لبوابة OR .



بشكل (١-٥جـ) وضع المكونات على لوحة التجارب

SW1 0=OFF 1=ON	SW2 0=OFF 1=ON	LED
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

جدول الحقيقة لبوابة OR

التدريب الثالث : بوابة NOT

الغرض من التدريب: استنتاج جدول الحقيقة لبوابة **NOT**

الخامات والأدوات المطلوبة :

١- لوحة تجارب Bread Board .

٢- المتكاملة IC رقم 7404 ، وتتكون من ستة بوابات NOT ، شكل (١- ٦أ) يبين رسم تخطيطي لبيان أرجل هذه المتكاملة و شكل (١-٦ب) يبين الدائرة النظرية لبوابة NOT. التمرين الرابع

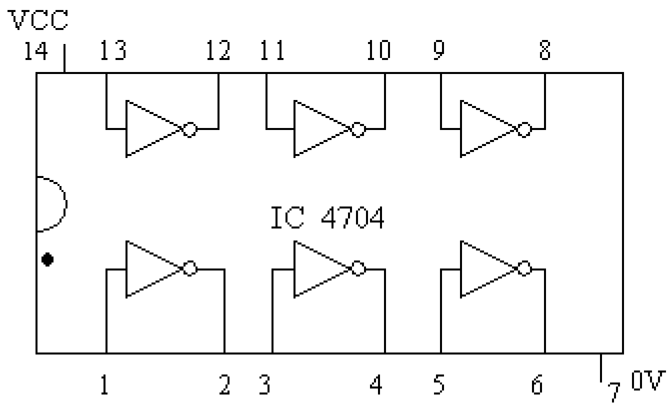
٣- أسلاك توصيل.

٤- دايود مشع LED .

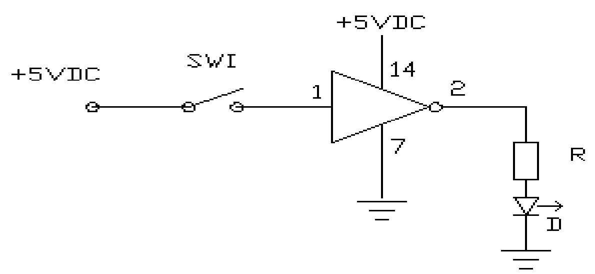
٥- مقاومة كربونية (R) Ω 150 W $\frac{1}{4}$.

٦- منبع تغذية 5VDC ثابت .

٧- مفتاح واحد قدرة صغيرة من النوع ON/OFF .



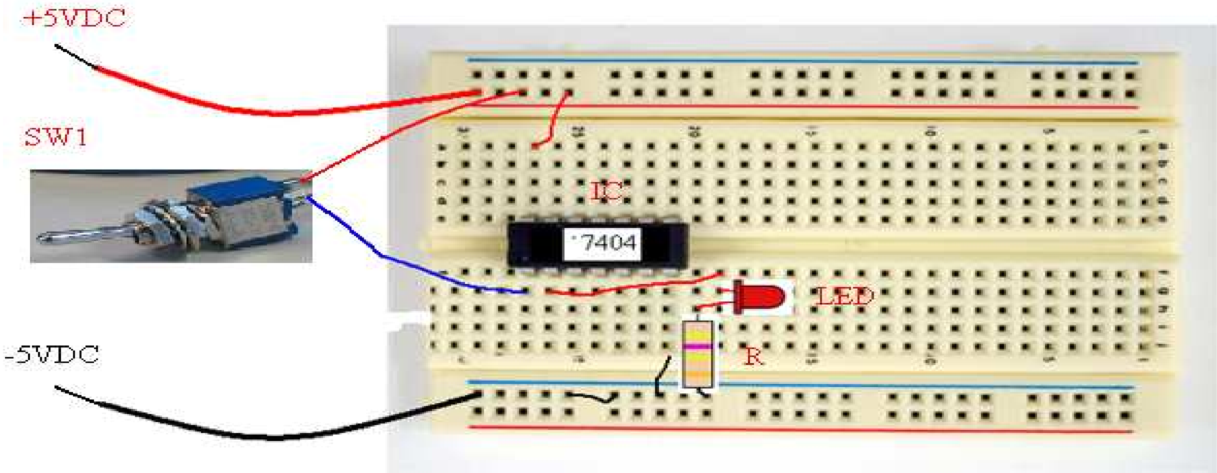
شكل (١- ٦أ) رسم تخطيطي لبيان أرجل هذه المتكاملة



شكل (١-٦ب) يبين الدائرة النظرية لبوابة NOT

طريقة التنفيذ :

توضع المكونات على لوحة التجارب وتغذيتها بجهد 5VDC كما بشكل (١-٦جـ) ، بواسطة المفتاح SW1 استنتج جدول الحقيقة لبوابة NOT .



شكل (١-٦جـ) وضع المكونات على لوحة التجارب

SW1 0=OFF 1=ON	LED
0	
0	
1	
1	

جدول الحقيقة لبوابة NOT

التدريب الرابع : **الفليب – فلوب SR**

الغرض من التدريب: استنتاج جدول الحقيقة الفليب – فلوب **SR**

الخامات والأدوات المطلوبة :

١- لوحة تجارب Bread Board .

٢- المتكاملة IC رقم 7400 ، وتتكون من أربعة بوابات NAND ، شكل (١- ٧أ) يبين رسم تخطيطي لبيان أرجل هذه المتكاملة و شكل (١-٧ب) يبين الدائرة النظرية للفليب- فلوب SR.

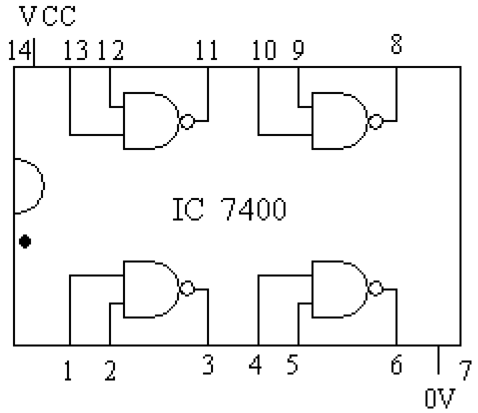
٣- أسلاك توصيل.

٤- عدد 2 دايود مشع LED (D1 ,D2) .

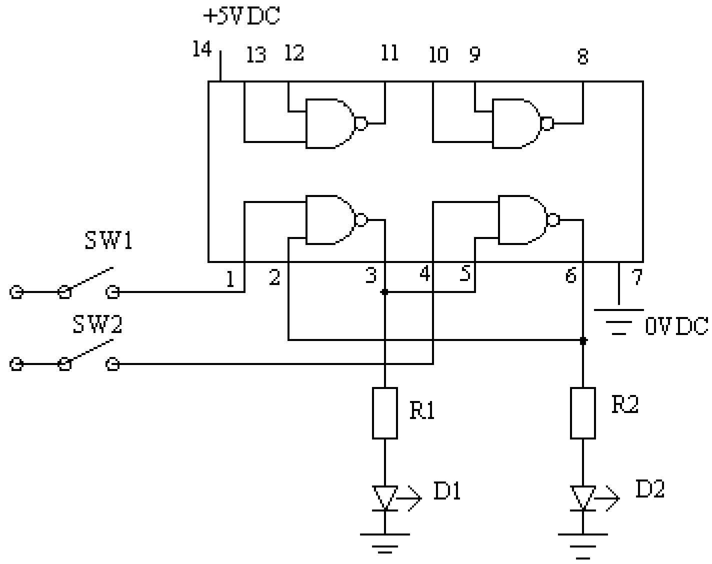
٥- عدد 2 مقاومة كربونية (R) Ω 150 $\frac{1}{4}$ W .

٦- منبع تغذية 5VDC ثابت .

٧- مفتاحان قدرة صغيرة من النوع ON/OFF .



شكل (١- ٧أ) رسم تخطيطي لبيان أرجل هذه المتكاملة



شكل (١-٧ب) الدائرة النظرية للفليب- فلوب SR

طريقة التنفيذ :

لقد اكتسبت مهارة من تنفيذك للتمارين السابقة والمطلوب منك الآن تنفيذ الدائرة المبينة بشكل (١-٧ب) على لوحة التجارب وتسجيل الناتج في جدول الحقيقة التالي .

S (SW1)	R (SW2)	Q	$\bar{Q}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

التدريب الخامس : عمل مذبذب (فلشر) باستخدام المتكاملة 555

الغرض من التدريب: تنفيذ دائرة مذبذب باستخدام المتكاملة 555

الخامات والأدوات المطلوبة :

١- لوحة تجارب Bread Board **.**

٢- المتكاملة IC رقم 555 .

٣- أسلاك توصيل.

٤- عدد 2 دايود مشع LED (D1 ,D2) .

٥- عدد 2 مقاومة كربونية (R3 , R4) Ω 150 W $\frac{1}{4}$.

٦- منبع تغذية 5VDC ثابت .

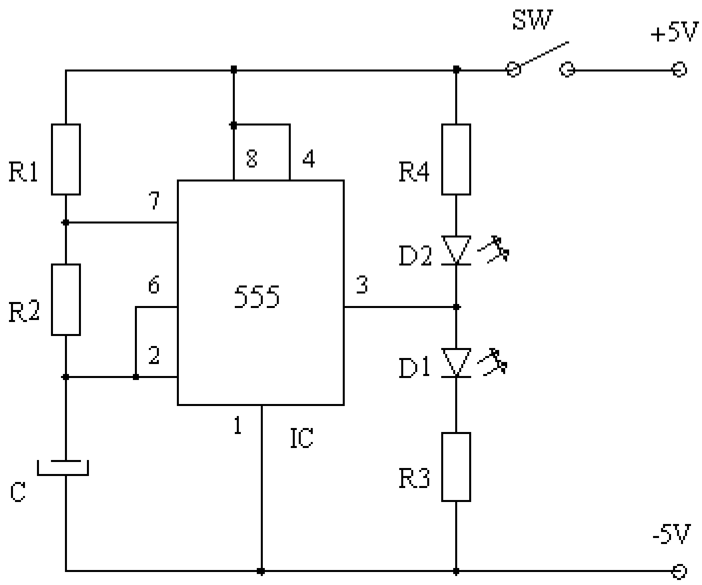
٧- مفتاح قدرة صغيرة من النوع ON/OFF .

٨- مكثف كيميائي (C) 10µF , 10V.

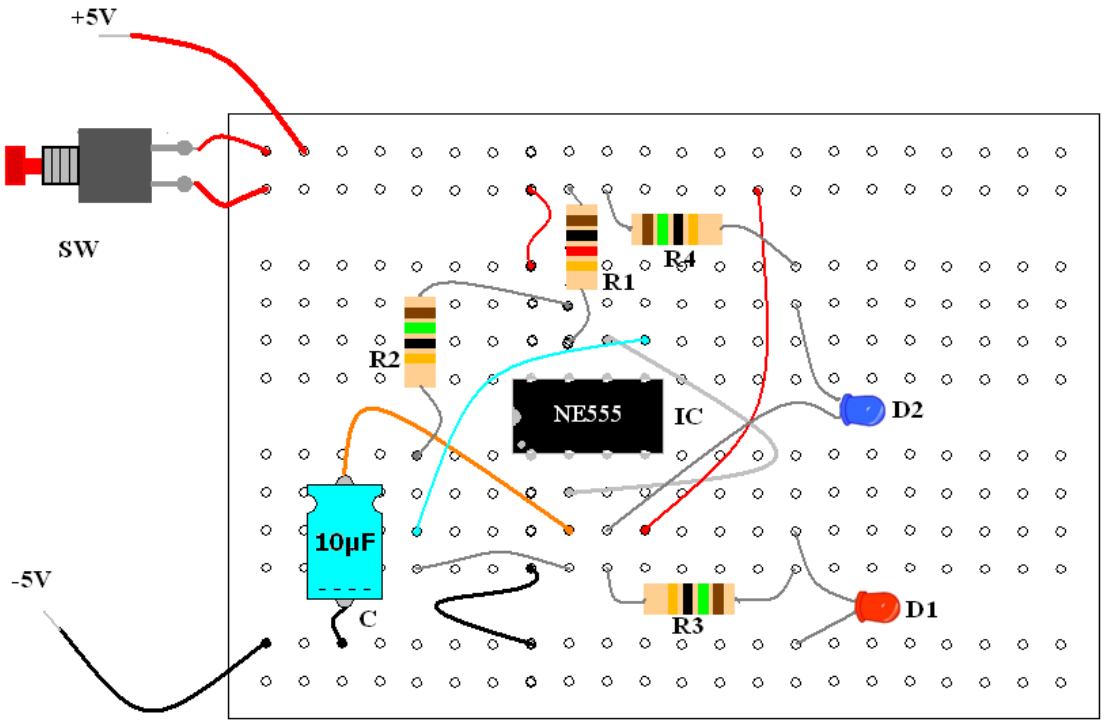
٩- مقاومة كربونية (R1) 1KΩ W $\frac{1}{4}$ ، مقاومة كربونية (R2) 150KΩ W $\frac{1}{4}$

طريقة التنفيذ **:**

شكل (١- ٨أ) يبين الدائرة النظرية للمذبذب (فلشر) ، شكل (١-٨ب) يبين الدائرة العملية للمذبذب (فلشر) وكيفية وضع المكونات وطريقة توصيلها .



شكل (١ ـ ٨أ) الدائرة النظرية للمذبذب (فلشر)



شكل (١-٨ب) يبين الدائرة العملية للمذبذب (فلشر)

١ - المكونات الأساسية لجهاز المتحكم المنطقى المبرمج PLC

جهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC الموجود بقسم الكهرباء العملي بمدرستك هو جهاز معد ليناسب المنهج الدراسي وتنفيذ التمارين العملية وقد تم تجميعه محليا ببعض المدارس الفنية الصناعية نظام ثلاث وخمس سنوات ويطرأ عليه كل عام التطوير .

الوحدة التدريبية

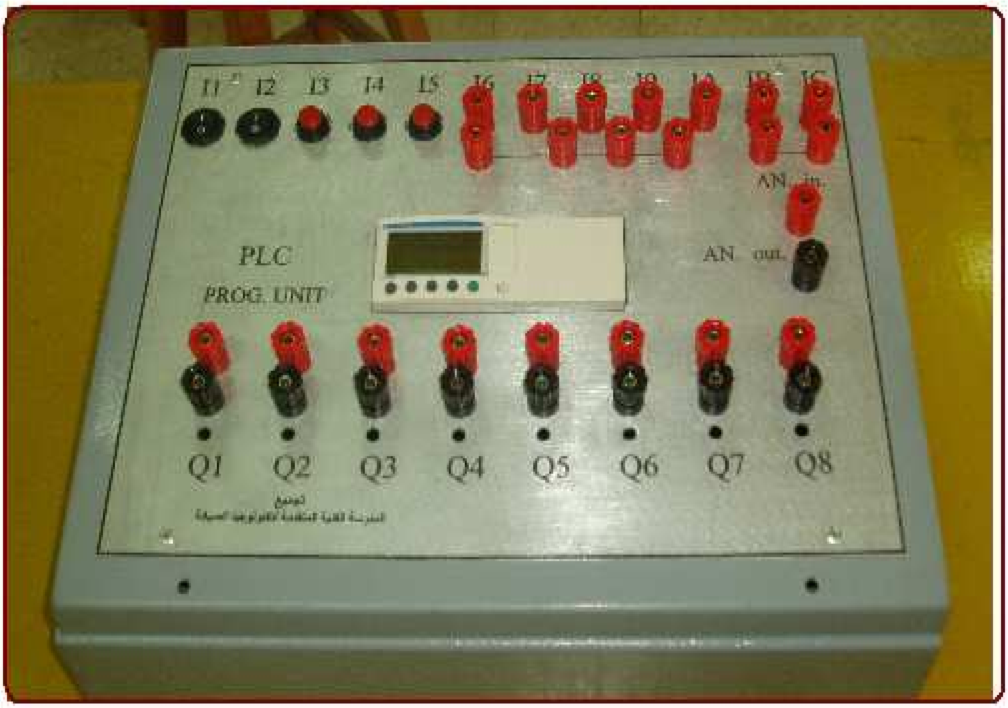
وتتكون من وحدتين أساسيتين :

- **وحدة البرمجة الأساسية PLC. PROG. UNIT.**

وتتكون من

*- موديول PLC من النوع المتكامل ذو شاشة بيان وضواغط برمجة وتشغيل .

*- مفاتيح وضواغط خارجية وبنانات الدخل والخرج ولمبات بيان حالة الخرج ووحدة إدخال الدخل التناظري شكل (١ – ٩أ) .

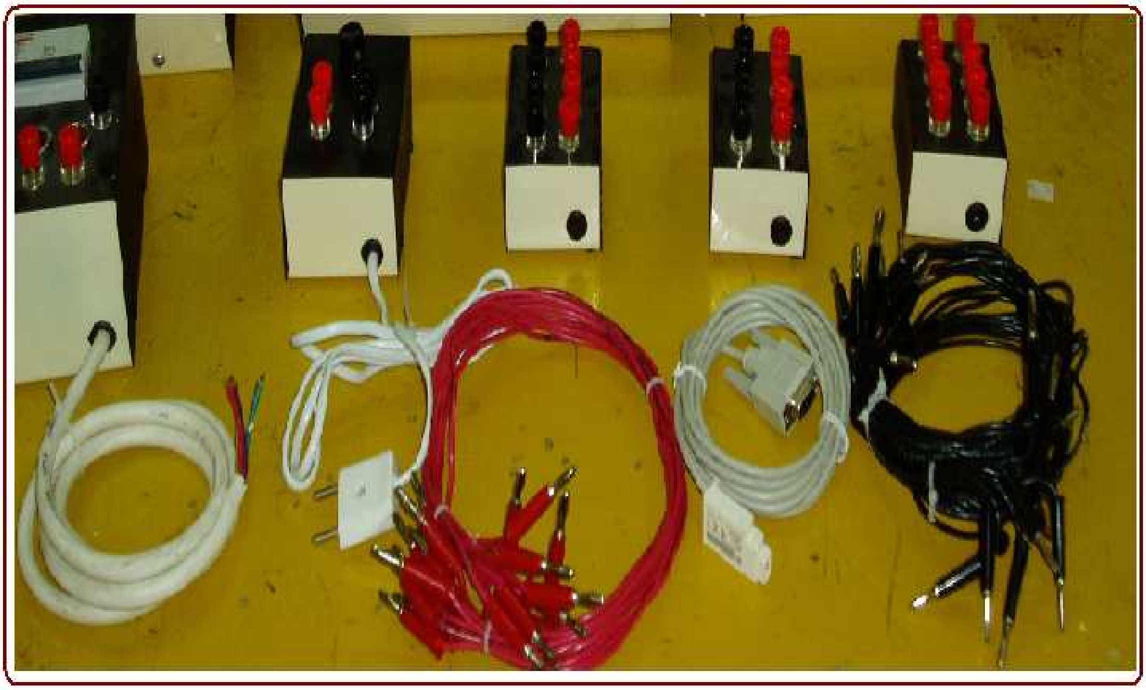


شكل (١ – ٩أ)

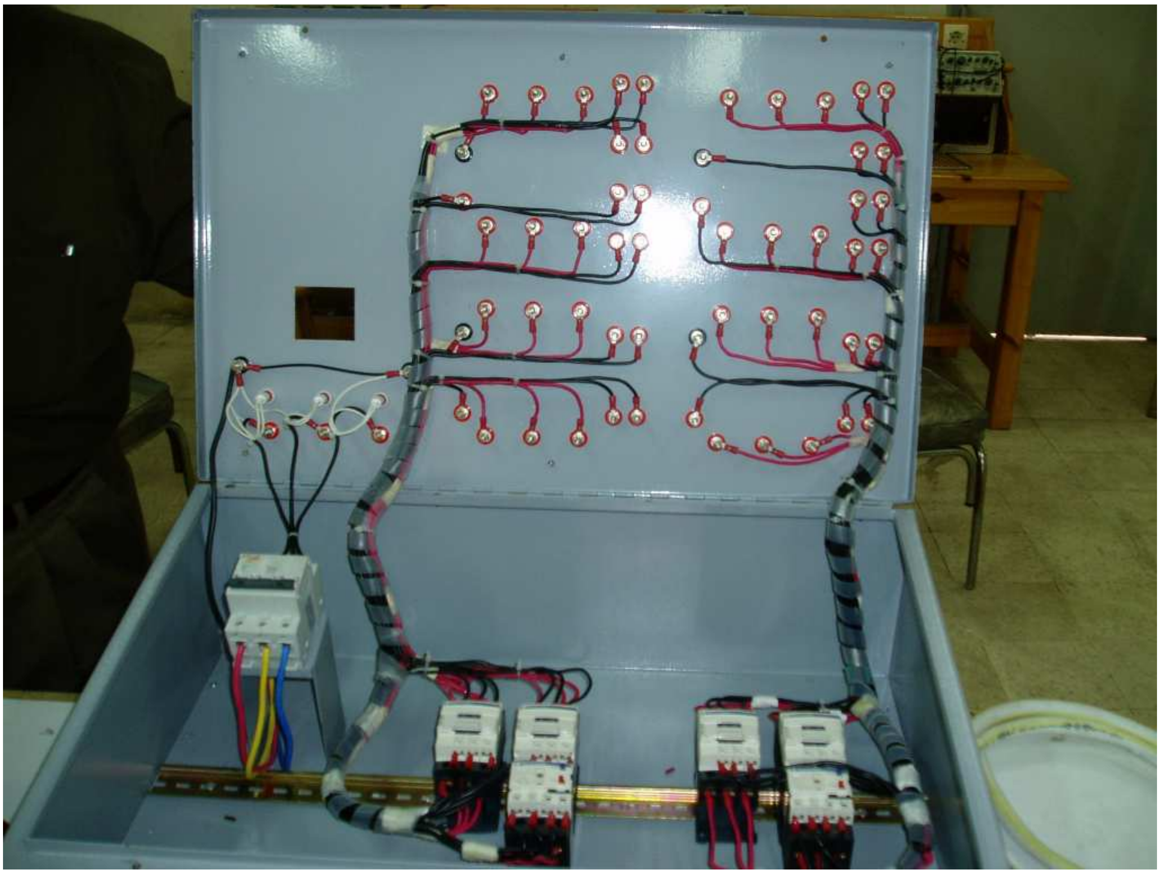
- **وحدة تدريب القوى POWER TRAINING UNIT**

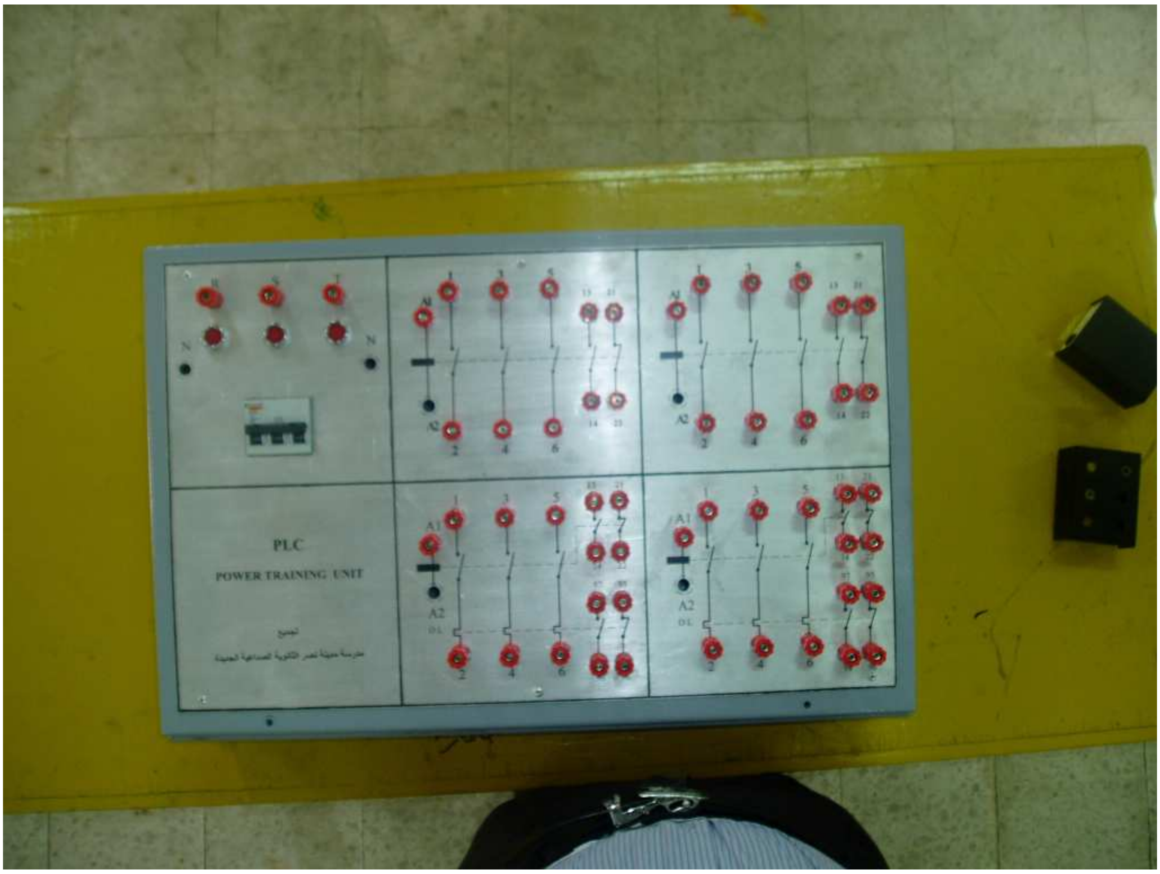
وتتكون من أربعة كونتاكتورات ، واثنان من الأوفرلود (جهاز الحماية ضد زيادة التيار)، وقاطع أتوماتيكى .C.B . دخل وخرج هذه المكونات عن طريق بنانات وجاكات لتسهيل عمل التمارين شكل (١ – ٩ ب ، جـ)

.



شكل (١ – ٩ ب)





شكل (١ – ٩ جـ)

شكل (١ – ٩ د) يبين وحدتي القوي والبرمجة الأساسية و وكابلات التوصيل .



شكل (١ – ٩ د)

طرق البرمجة

١- باستخدام الكومبيوتر ويكون ذلك بثلاث طرق بعد تحميل السوفت وير الخاص بجهاز PLC .

* مخطط الدائرة الكهربية Electrical Symbol.

* المخطط السُلمى Ladder Diagram .

* لغة وحدة البرمجة .

٢- وحدة البرمجة الأساسية .

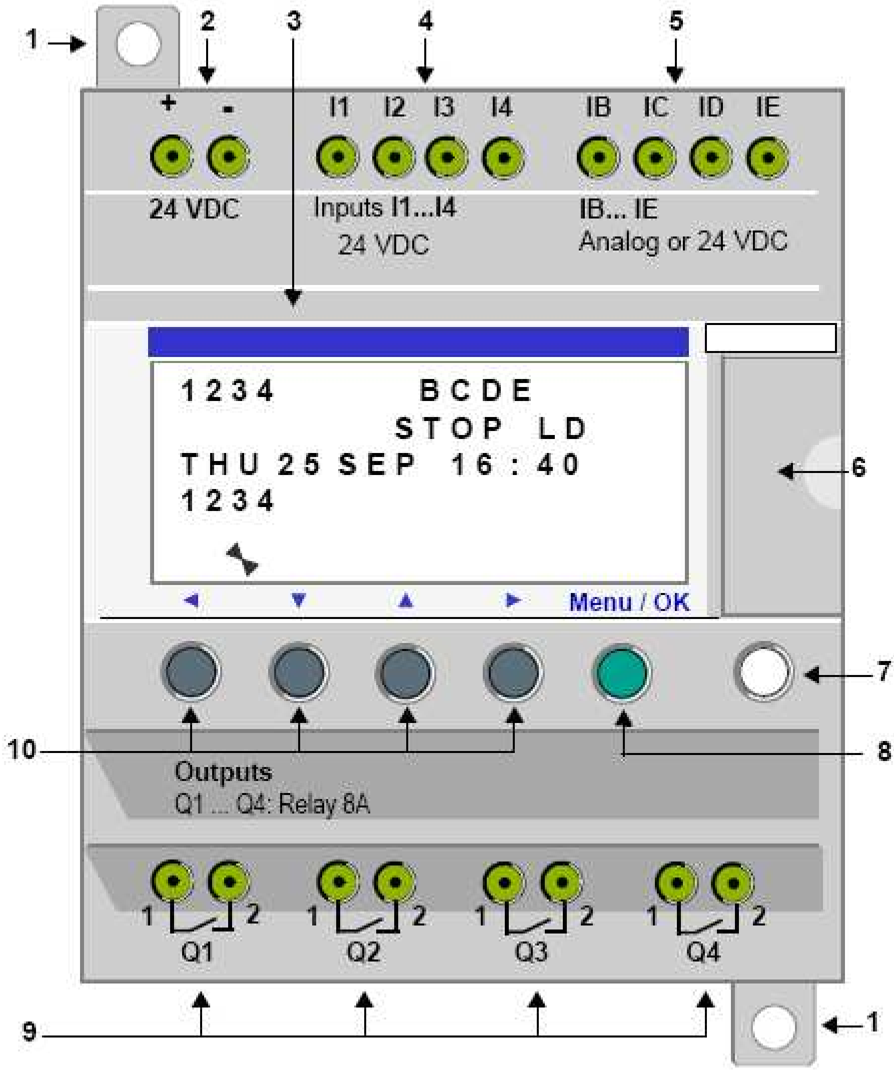
ويمكن تحويل البرنامج من وإلي الكمبيوتر ووحدة البرمجة وكذا من لغة إلى أخرى.

مواصفات الجهاز الذي سوف تتدرب عليه

شكل (١-١٠) يبين مكونات واجهة الجهاز ، والجدول (١ – ٢) يصف هذه المكونات .

جدول (١ – ٢)

الرقم	المواصفات
١	حوامل التثبيت
٢	روزتة بمسامير قلاووظ لدخل طرفي منبع التغذية 24VDC (متواجدة داخل الوحدة)
٣	شاشة إظهار المعلومات LCD وتتسع لأربعة أسطر مكونة من 18 حرف
٤	روزتة بمسامير قلاووظ للدخل المنطقي (يختلف عددها من جهاز إلى آخر تبعاُ لسعة الجهاز) Digital Input (I1 , I2 , I3 ,------)
٥	روزتة بمسامير قلاووظ للدخل التناظري أو المنطقي (يتحدد نوع الدخل تبعاً للمعلومات المعطاة أثناء إدخال البرنامج) Analog Input أو Digital Input (IB , IC , -----)
٦	مكان إدخال كابل الربط مع جهاز الكومبيوتر (أو دخل الذاكرة الخارجية)
٧	ضاغط Shift
٨	ضاغط الاختيار والتأكيد Menu\ Ok
٩	روزتة بمسامير قلاووظ للخرج Output
١٠	ضواغط التحريك Arrow Keys ويمكن أن تستخدم كضواغط تشغيل بدلاً من الضواغط الخارجية Z Pushbutton

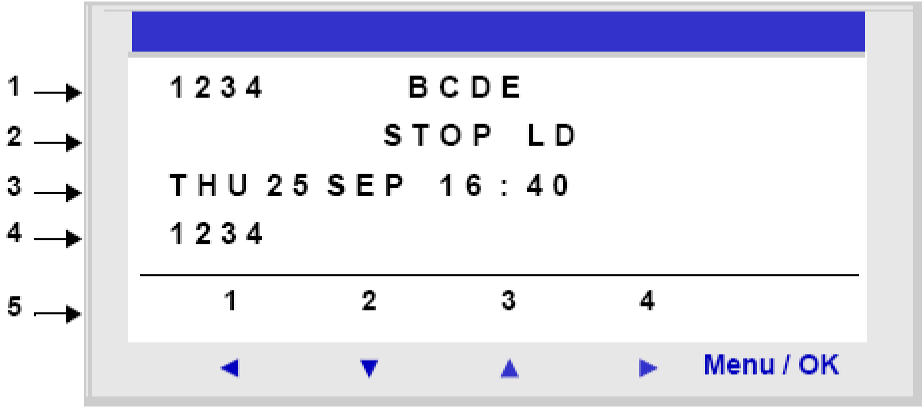


شكل (١-١٠) مكونات واجهة الجهاز

ولسهولة إجراء التمارين زودت الوحدة ببنانات تتصل بروزتات الدخل والخرج كما زودت الوحدة بأجهزة الحماية الكاملة للخرج عن طريق ريليهات تتناسب مع كثرة إجراء التجارب والتمارين العملية .

شاشة الإظهار LCD

شكل (١-١١) يبين شاشة الإظهار ، والجدول (١ – ٣) يصف محتواها .

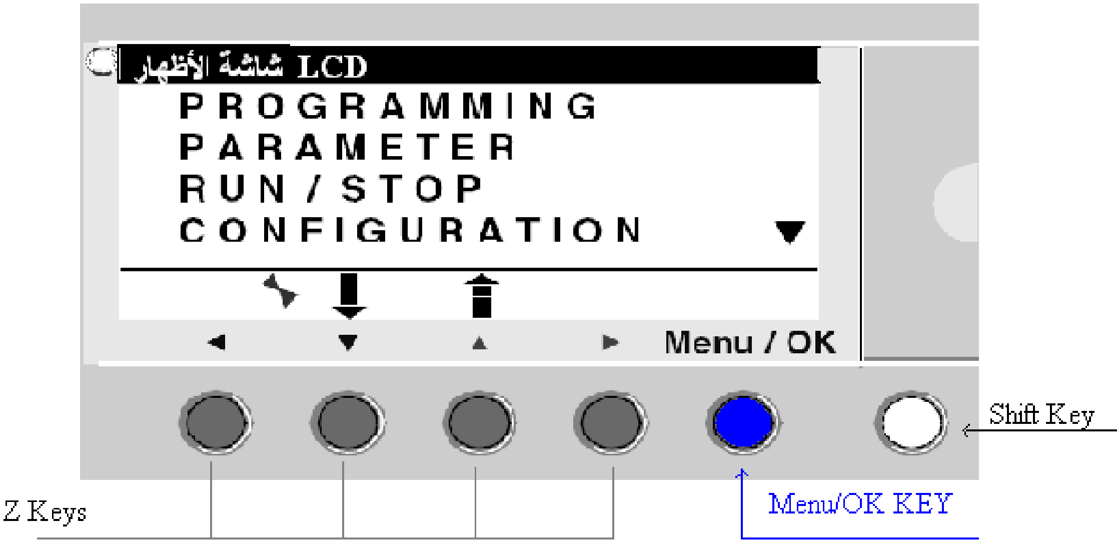


شكل (١-١١) شاشة الإظهار

جدول (١ – ٣)

الرقم	الوصف
1	الأرقام (- ---,1,2,3,4) تمثل الدخل المنطقي ، والأرقام (---,B,C,D,E) تمثل الدخل التناظري ويمكن برمجتها على دخل منطقي .
2	إظهار حالة التشغيل والإيقاف RUN/STOP
3	إظهار اليوم والتاريخ والساعة (في حالة وجود هذه الخاصية بالوحدة)
4	الأرقام (- ---,1,2,3,4) تمثل الخرج المنطقي (لا توجد خاصية الخرج التناظري في هذه الوحدات)
5	القائمة الأساسية / الضواغط / وأيقونة حالة التشغيل

شكل (١-١٢) يبين ضواغط الأوامر Command Keys وتظهر على الواجهة الأمامية للوحدة (المديول) ، وتستخدم لإدخال مفردات البرنامج ، كما تستخدم كضواغط للتحكم في التشغيل ، وتتيح شاشة الإظهار LCD مشاهدة كتابة البرنامج .



شكل (١-١٢) يبين ضواغط الأوامر Command Keys

Shift Key

لونه أبيض ويقع فى الناحية اليمنى من شاشة الإظهار ، عند الضغط على هذا الضاغط تظهر قائمة فوق الضواغط Z كما بشكل (١-١٣) .



شكل (١-١٣) قائمة Shift Key

Menu / OK key

لونه أزرق ويقع أسفل الشاشة LCD ويستخدم لتأكيد الإدخال (القائمة الأساسية – القائمة الفرعية – البرمجة – المتغيرات – الخ) (Menu. , Sub Menu. , Program, (Parameters,--est. .

الضواغط زد Z KEYs

لونها رمادي وعلى خط واحد من الشمال Z1 إلى اليمين حتى Z4 وتقع أسفل شاشة الإظهار LCD ، الأسهم فوق كل ضاغط تبين اتجاه الحركة كوميض متقطع على LCD ، كما يمكن استخدام هذه المفاتيح كضواغط تشغيل بدلاً من Pushbuttons - إذا طُلب ذلك أثناء وضع البرنامج – وفي هذه الحالة تظهر الأرقام (--,1,2,3,4).

ملاحظات هامة

١- عند الضغط على Shift Key تظهر القائمة المبينة بشكل (١-١٤) .

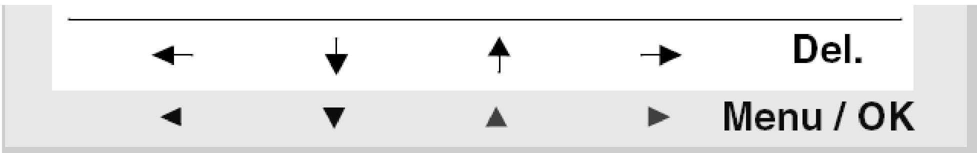
٢- الضواغط أسفل - + تستخدم لرفع (+) أو خفض (-) قيم نفس المجال المختار (الدخل – الخرج – الأعداد – القيم العددية – قيم المؤقتات الزمنية – قيم العدادات – الخ)

٣- .Ins لإدخال سطر وذلك بوضع cursor علي المتغير نفسه ، أو إدخال دالة وذلك بوضع cursor على المساحة التى بدون لون .

٤- .Del تستخدم لمسح (حذف) عنصر معين أو سطر (حتى ولو كان فارغاً) .

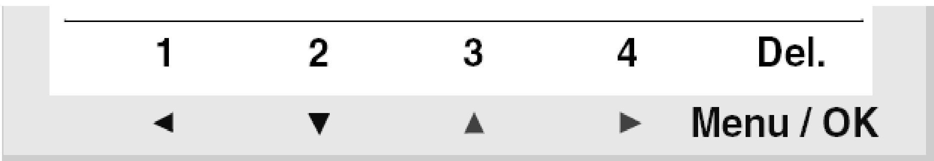
٥- Parma عند تنشيطه تظهر شاشة المتغيرات (عدادات – مؤقتات زمنية – الخ)

٦- → ↓ ↑ ← أسهم تبين اتجاه حركة التوصيل فقط ومع ظهور العلامة ◆ .

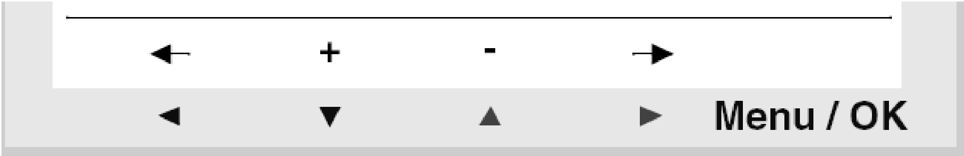


شكل (١-١٤)

١- 4, 3, 2, 1 تظهر فقط عند استخدام الضواغط Z كضواغط تشغيل .



٢- → ← للتحرك لضبط القيم المتغيرة للدوال . - / + لضبط القيم المختلفة للدوال .



٣- هذه العلامة تبين حالة المديول Run / Stop

٤- هذه العلامة تشير إلى أن المديول به عيب أو عطل .

٥- هذه العلامة تشير إلى أن المديول متصل بالحمل .



برمجة الجهاز

يتم ذلك بطريقتين

١- بواسطة الضواغط الموجودة على الجهاز نفسه .

٢- بواسطة الكمبيوتر PC .

(١) بواسطة الضواغط الموجودة على الجهاز

وتكون البرمجة بلغة السُلم Ladder (LD) ، وتشمل ثلاث خطوات :

- إدخال العناصر
- وضع عنوان وقيم العناصر
- حذف بعض العناصر

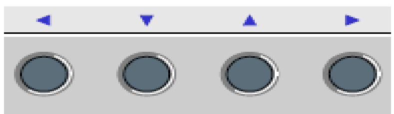
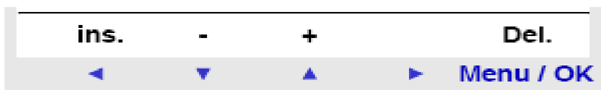
إدخال العناصر

أ- المفاتيح والضواغط Contacts ويسمح بإدخالها في جميع الأعمدة ما عدا العمود الأخير .

ب- الأحمال (الملفات) Coils ويسمح بإدخالها في العمود الأخير فقط .

ويمكن إدخال العنصر مكان المربع الوامض ◻ Flashing Square . والجدول (١ – ٤) يبين خطوات البرمجة من على الجهاز.

جدول (١-٤)

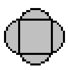
الخطوة	العملية
١	ضع المؤشر الوامض Flashing Cursor على المكان المطلوب وضع العنصر عليه وذلك بتحرك ضواغط الانتقال في اتجاهات الأسهم ◄▼▲► 
٢	اضغط على Shift Key (الأبيض) لتظهر لك القائمة Menu التالية :  في نفس الوقت (مع استمرار الضغط على Shift Key) ومع واحداً من الضواغط ▲▼ تحت (- & +) سوف يظهر الحرف الأول من العنصر I للمفتاح و Q للملف متبوعاً بالرقم 1
٣	اختار نوع العنصر ويكون ذلك بالضغط على (- أو +) مع استمرار الضغط على Shift Key في نفس اللحظة لتتمكن من اختيار العنصر المطلوب من العناصر المختلفة الآتية : المفاتيح Contacts (I,i,Z,z,M,m,Q,q,T,t,C,c,-----) . الملفات Coils (M,Q,T,C,---------) .

الخطوة	**العملية**
٤	حرر الضاغط Shift Key ثم اضغط على الضاغط ► المؤشر Cursor إلى المكان الذي به رقم 1 .
٥	اضغط Shift Key + الضاغط ▲ لزيادة رقم العنصر (----1,2,3, A,B,C,--) (تتوقف هذه الأرقام على سعة الجهاز)
٦	حرر الضاغط Shift Key لتتمكن من استخدام الضواغط ► ▲ ▼ ◄
٧	من الخطوة ٧ إلى الخطوة ٩ ضرورية في حالة الملفات فقط . ضع المؤشر على الملف Coil ثم اضغط مرتين على الضاغط ◄ .
٨	اختار الوظيفة المطلوبة من الوظائف المختلفة المتاحة وذلك بالضغط على Shift Key و + أو – في نفس اللحظة .
٩	حرر الضاغط Shift Key لتتمكن من استخدام الضواغط ► ▲ ▼ ◄

ملاحظات

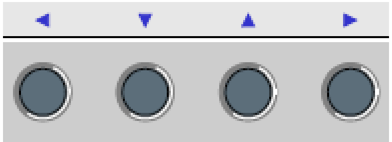
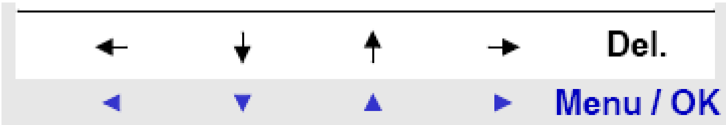
١. تحتاج بعض الملفات Coils استدعاء معلومات هذا الملف ثم تحميل المناسب منها
٢. مسح (حذف) أي عنصر يكون ذلك بوضع المؤشر على العنصر المراد مسحه كما في الخطوة ١ ، ثم اضغط Shift Key + Menu / OK key في نفس اللحظة .
٣. مسح (حذف) أي سطر يكون ذلك بوضع المؤشر على أي مكان فارغ (ليس به أي عنصر) ، ثم اضغط Shift Key + Menu / OK key في نفس اللحظة .

إدخال خطوط ربط العناصر

يسمح فقط بإدخال خطوط الربط بين العناصر مع وجود المؤشر الوامض المستدير 
جدول (١-٥)

.

جدول (١-٥)

الخطوة	العملية
١	ضع المؤشر الوامض Flashing Cursor على المكان المطلوب وضع العنصر عليه وذلك بتحرك ضواغط الانتقال في اتجاهات الأسهم ◄▼▲► 
٢	اضغط على Shift Key (الأبيض) لتظهر لك القائمة Menu التالية : 
٣	مع استمرار الضغط على Shift Key اضغط على أي من المفاتيح ←↑↓→ . - → الضاغط Shift Key مع يرسم خط ربط بين أي عنصر والتالي له أو بين العنصر الأخير والملف الموجود نهاية الخط - ↓ ↑ الضاغط Shift Key مع لتوصيل خط الربط عمودياً .
٤	حرر الضاغط Shift Key لتتمكن من استخدام الضواغط ◄▼▲►
٥	كرر الخطوات السابقة عدة مرات لتستكمل توصيل جميع خطوط الربط .

قائمة المتغيرات

هذه القائمة تسمح للمستخدم بضبط القيم المختلفة للمتغيرات Parameter عن طريق الضواغط الموجودة على واجهة وحدة البرمجة وذلك بلغة السُلم LD أو لغة FBD (خارج نطاق دراستنا هذا العام). يمكن ضبط قيمة المتغيرات بلغة السُلم LD في الحالات الآتية :

١. الريلهات المساعدة الداخلية (Internal Auxiliary Relays (Markers .
٢. نوع الخرج Discrete Output.
٣. الساعات Clocks (إذا تواجدت هذه الخاصية في الوحدة) .
٤. المقارن التناظري Analog Comparators .
٥. المؤقتات الزمنية Timers .
٦. العدادات Counters .
٧. العدادات السريعة Fast Counters .

الجدول جدول (١-٦) يبين خطوات ضبط المتغيرات :

جدول (١-٦)

الخطوة	العملية
١	ضع المؤشر على قائمة المتغيرات Parameters Menu من القائمة الأساسية Main Menu (سوف تومض متقطعة كلمة .PARAM) ، أكد الاختيار بالضغط على MENU/OK لتفتح نافذة أول متغير .
٢	اختار الوظيفة المراد ضبط متغيراتها باستخدام الضواغط ▲▼ حتى تصل إلى الوظيفة المطلوبة .
٣	حدد المتغير المراد ضبطه باستخدام الضواغط ◄ ► وذلك بوضع المؤشر على المتغير المراد ضبطه .
٤	أضبط قيمة المتغير باستخدام الضاغط + أو الضاغط – (▲▼) .
٥	أكد الضبط بالضغط على MENU/OK
٦	أكد الضبط مرة ثانية بالضغط على MENU/OK

قائمة التشغيل / الإيقاف RUN /STOP MENU

هذه الوظيفة تتيح للمستخدم تشغيل أو إيقاف البرنامج المحمل على وحدة البرمجة

- **حالة STOP**

توقف البرنامج عن العمل وتعود القيم إلى الصفر .

- **حالة RUN**

يتم تنفيذ البرنامج الموضوع .

ويجب تأكيد أو نفى (YES) أو (NO) في أي من الحالتين السابقتين ثم التأكيد بالضغط على MENU/OK وبعدها ستعود الشاشة إلى القائمة الأساسية .

مسح برنامج قديم

تستخدم هذه الطريقة فقط إذا كان البرنامج موضوع بلغة السُلم LD (يجب إدخال كلمة السر Password إذا كان البرنامج محمى بكلمة سر) جدول (١-٧)

<u>خطوات مسح البرنامج</u>

جدول (١-٧)

الخطوة	**العملية**
١	ضع المؤشر على CLEAR PROGRAM من القائمة الأساسية Main Menu ثم اضغط على MENU/OK .
٢	اختار YES بواسطة الضغط على ▲▼.
٣	أكد المسح بالضغط على MENU/OK ، بعدها ستعود الشاشة الى القائمة الأساسية .

خطوات وضع برنامج

يتم وضع البرنامج بثلاث طرق هي :

١. استخدام جهاز الكمبيوتر PC بإنشاء الدائرة بالرموز الكهربية Electrical Symbol .

مثال ١



٢. استخدام جهاز الكمبيوتر PC بإنشاء الدائرة بالرموز الكهربية Electrical Symbol .

مثال ٢



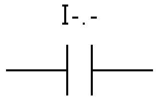
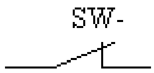
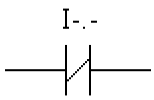
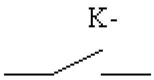
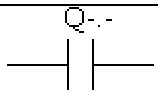
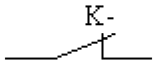
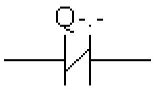
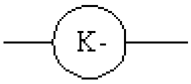
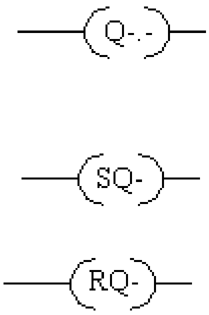
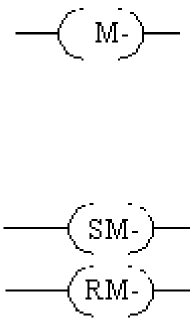
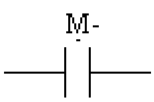
٣. استخدام وحدة البرمجة وتكون بلغة الجهاز (الحروف الكبيرة ترمز إلى مفتاح من النوع NO والصغيرة ترمزالى مفتاح من النوع NC .

مثال٣

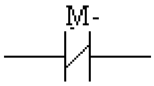
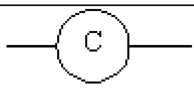
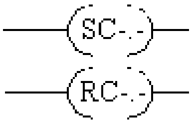
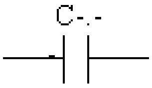
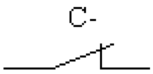
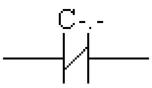
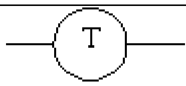
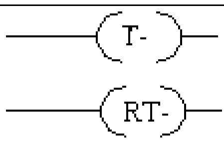
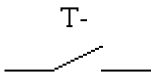
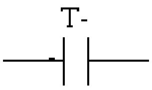
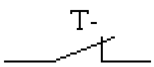
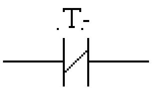


معظم المهندسين والفنيين يفضلون البرمجة بلغة السلم وذلك لسهولة تنفيذها وتشابهها مع الدوائر الكهربية. الجدول جدول (١-٨) يبين رموز العناصر للطرق الثلاث (تختلف نظم الترقيم من جهاز PLC إلى آخر – نظام عشري – نظام ثماني – نظام سداسي عشر).

جدول (١-٨)

العنصر	الوظيفة	الرمز الكهربي	لغة السُلم	لغة الوحدة
مفتاح كهربي في حالة فصل	NO			I--
مفتاح كهربي في حالة توصيل	NC			i--
ريشة تلامس ملف مساعدة	NO			Q--
ريشة تلامس ملف مساعدة	NC			q--
Coil	حمل			[Q-]Q- SQ- RQ-
ريلاى الذاكرة الداخلية	حمل داخلي	لا يوجد		[M-]M- SM- RM-
ريش تلامس ريلاى الذاكرة الداخلية المفصولة	NO			M-

تابع جدول (١-٨)

العنصر	الوظيفة	الرمز الكهربي	لغة السُلم	لغة الوحدة
ريش تلامس ريلاى الذاكرة الداخلية الموصلة	NC			m-
عداد Counter	حمل			CC- RC-
ريش تلامس العداد الداخلية المفصولة	NO			C-
ريش تلامس العداد الداخلية الموصلة	NC			c-
المؤقت الزمني Timer	حمل			TT- ST-
ريش تلامس المؤقت الداخلية المفصولة	NO			T-
ريش تلامس المؤقت الداخلية الموصلة	NC			t-

الجدول جدول (١-٩) يوضح معنى رموز وحدة البرمجة

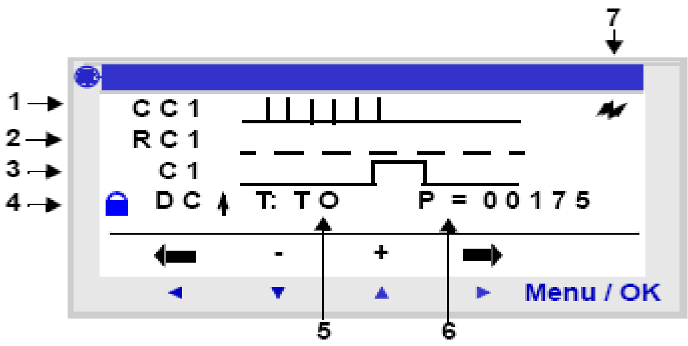
جدول (١-٩)

الرمز المستخدم	عدد العنونة	الوصف
[Q--	.. هو رقم الخرج Q	يستمر الخرج طالما استمرت إشارة الدخل ويتوقف عند فصل الإشارة
]Q--		يحدث خرج عند وصول إشارة لحظية ويستمر هذا الخرج حتى بعد انقطاع هذه الإشارة، يُفصل الحمل عند وصول إشارة ثانية.
SQ— RQ--		يحدث خرج عند وصول إشارة لحظية إلى S ويستمر هذا الخرج إلى أن تصل إشارة أخرى إلى R

- **<u>الريليهات الداخلية M :</u>** هي ريليهات ذاكرة داخلية يمكن استخدامها كخرج إذا وضعت في خانة الخرج ، ويمكن استخدامها كمفاتيح بنوعيها إذا وضعت في خانات الدخل، وتستخدم في الدوائر المركبة أو في زيادة عدد المدخلات عن خمسة .
- **<u>العدادات Counter :</u>** وتستخدم للعد التصاعدي أو العد التنازلي للإشارات المرسلة ، يمكن إعادة تهيئة العداد Reset إلى الصفر أو أي قيمة يضبط عليها العداد ، يعتبر العداد حملاً إذا وضع في خانة الأحمال ، ويعتبر كمفتاح إذا وضع في أي من خانات الدخل .

<u>نافذة ضبط متغيرات العداد</u>

من الشاشة الرئيسية أظهر نافذة العداد من قائمة .PARAM شكل (١-١٥) حيث :

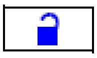


شكل (١-١٥)

١- أمر المدخلات Command input

٢- دخل إعادة التهيئة Reset input

٣- خرج العداد بعد وصول قيمة العد إلى القيمة المسبوق ضبطها Counter output

٤- قفل متغيرات العداد Parameter lock 

٥- نوع العد (تصاعدي ويرمز له بالرمز TO/ تنازلي ويرمز له بالرمز FROM)

٦- القيمة المسبوق ضبطها Preset value

٧- علامة حماية البرنامج عند انقطاع التيار الكهربي .

الجدول جدول (١-١٠) يبين مثال مبسط لكيفية برمجة العدادات بأنواعها :

جدول (١-١٠)

الشاشة	الوصف
I1-------------CC1 I2-------------RC1 C1 ------------- Q1	يزداد العداد بقيمة الواحد في كل مرة يتم الضغط على المفتاح I1 (عداد تصاعدي) إلى أن يصل إلى القيمة المضبوط عليها بعدها مباشرةً يعطى إشارة لتشغيل الملف Q1، يعود العداد إلى حالة الصفر عند الضغط على المفتاح I2
I1-------------CC1 DC1 I2-------------RC1 C1 ------------- Q1	يتناقص العداد بقيمة الواحد في كل مرة يتم الضغط على المفتاح I1 (عداد تنازلي) إلى أن يصل الصفر بعدها مباشرةً يعطى إشارة لتشغيل الملف Q1، يعود العداد إلى حالة الصفر عند

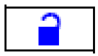
	الضغط على المفتاح I2
الشاشة	الوصف
I1┬-------------CC1 I3┘ I3-------------DC1 I2-------------RC1 C1 ------------- Q1	العداد التصاعدي التنازلي يزداد العداد بقيمة الواحد في كل مرة يتم الضغط على I1 يتناقص العداد بقيمة الواحد في كل مرة يتم الضغط على I3 يعطى العداد خرجاً لتشغيل الملف Q1 عند وصول العد إلى القيمة المضبوطة يعود العداد إلى حالة التوقف عند الضغط على I2

- **المؤقتات الزمنية Timers :** وتستخدم لتأخير الحدث طوال الدورة الزمنية المضبوط عليها المؤقت ، يمكن إعادة تهيئة المؤقت Reset الى الصفر ، يعتبر المؤقت حملاً إذا وضع في خانة الأحمال ، ويعتبر كمفتاح إذا وضع في أي من خانات الدخل والجدول (١-١١) يبين أنواع المؤقتات الزمنية المتواجدة بقسم التدريب العملي بمدرستك .

جدول (١-١١)

العنصر	**الوصف / الاستخدام**
النوع	يوجد عشرة أنواع من المؤقتات الزمنية ولكل نوع خواصه واستخداماته لتشمل معظم الأنواع المطلوبة في التطبيقات العملية : **A :** هذا النوع يعطى خرجاً بعد مرور الزمن المضبوط عليه ، ويجب استمرار وجود الإشارة علية ON Delay Timer . **a :** يعمل بإشارة لحظية للتشغيل ، ويتوقف بإشارة آخري . **C :** يظل خرج المؤقت مستمر بعد انقطاع الإشارة لفترة زمنية المضبوط عليها المؤقت OFF Delay Timer . **A/C :** هذا المؤقت يجمع بين خواص المؤقت **A** والمؤقت **C .** **B :** يعطى هذا النوع خرجاً بمجرد وصول إشارة إليه طوال الفترة الزمنية المضبوطة وينقطع هذا الخرج في نهايتها.

تابع جدول (١-١١)

العنصر	الوصف / الاستخدام
النوع	**D :** يعطى هذا النوع خرجاً متقطعاً منتظماً تضبط قيمه بشرط استمرار وجود إشارة دخل عليه Flasher Timer. **d :** يعطى هذا النوع خرجاً متقطعاً منتظماً بإشارة لحظية ويتوقف بإشارة لحظية أخرى. **L :** يعطى هذا النوع خرجاً متقطعاً غير منتظم تضبط قيمه بشرط استمرار وجود إشارة دخل عليه . **/ :** يعطى هذا النوع خرجاً متقطعاً غير منتظم بإشارة لحظية ويتوقف بإشارة لحظية أخرى . **T :** يعطى هذا النوع مجموعة من الخرج خلال عدة أزمنة . يمكن استخدام هذا المؤقت في إعطاء رسالة بعد تشغيل معدة لزمن معين (٤٠ ساعة على سبيل المثال) للتنبيه بعمل صيانة لهذه المعدة .
	قفل حماية المؤقت الزمني
T	يستخدم كمفتاح كهربي من النوع NO
t	يستخدم كمفتاح كهربي من النوع NC
	حماية البرنامج ضد انقطاع التيار

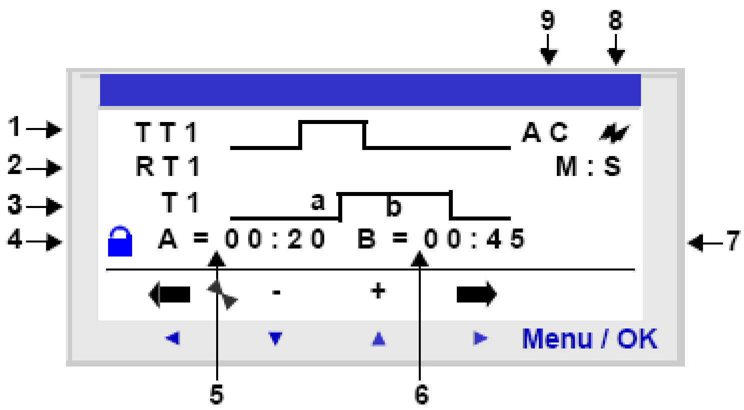
وحدات الزمن المتاحة :

الجدول جدول (١-١٢) يبين الرمز وقيمة الأزمنة المقابلة .

الوحدة	الرمز	من	الى
1/100 من الثانية	s	00.00	99.99
1/10 من الثانية	S	000.0	999.9
دقيقة : ثانية	M : S	00.00	99.59
ساعة : دقيقة	H : M	00.00	99.59
ساعة	H	00.00	99.99

نافذة ضبط متغيرات العداد

من الشاشة الرئيسية أظهر نافذة المؤقت الزمني من قائمة .PARAM

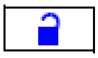


حيث :

١- أمر المدخلات Command input

٢- دخل إعادة التهيئة Reset input

٣- خرج المؤقت الزمني بعد وصول قيمة الفترة الزمنية غالى القيمة المسبوق ضبطها Timer output

٤- قفل متغيرات المؤقت **Parameter lock** 

٥- نوع المؤقت Timer on-delay في النوع A/C

٦- نوع المؤقت Timer off-delay في النوع A/C

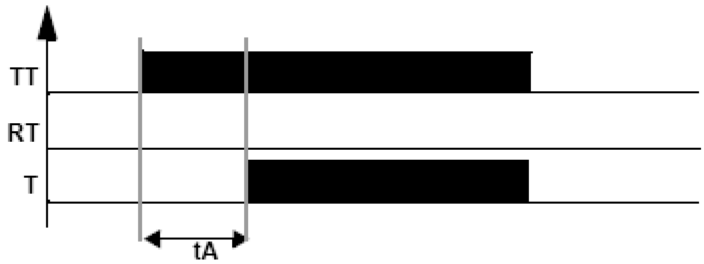
٧- وحدة ضبط الزمن (ثانية ، دقيقة ، ساعة) Time unit

٨- علامة حماية البرنامج عند انقطاع التيار الكهربي

٩- نوع المؤقت الزمني المستخدم Timer type

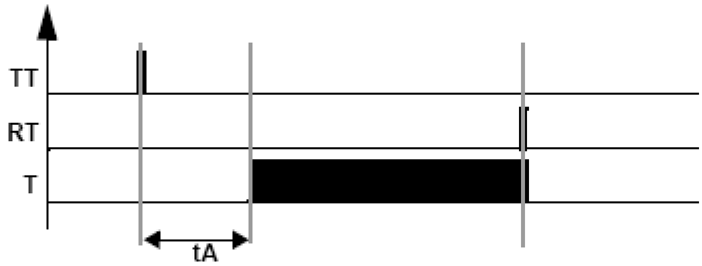
والأشكال التالية تبين المخططات البيانية للأنواع المختلفة للوحدة :

النوع A :



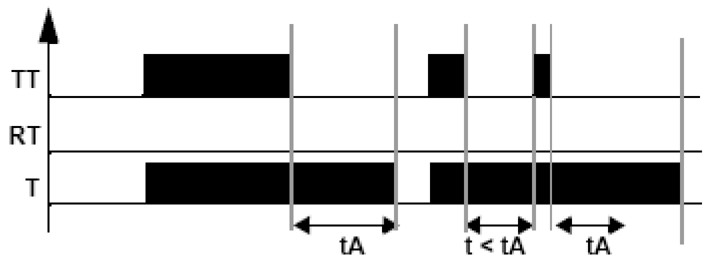
هذا النوع يعطى خرجاً بعد انتهاء الفترة الزمنية tA مع استمرار وجود إشارة على الدخل .

النوع a



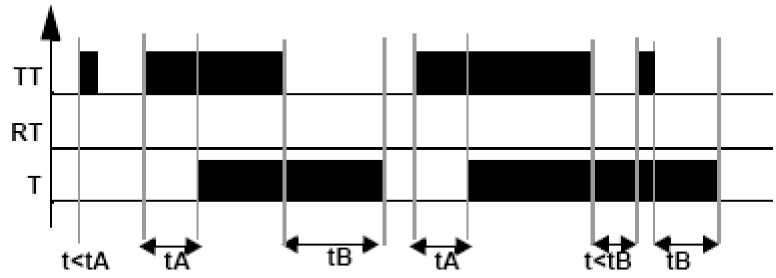
هذا النوع يعطى خرجاً بعد انتهاء الفترة الزمنية tA مع وجود إشارة لحظية على الدخل، إشارة دخل للتشغيل وأخرى للإيقاف .

النوع Off- Delay C

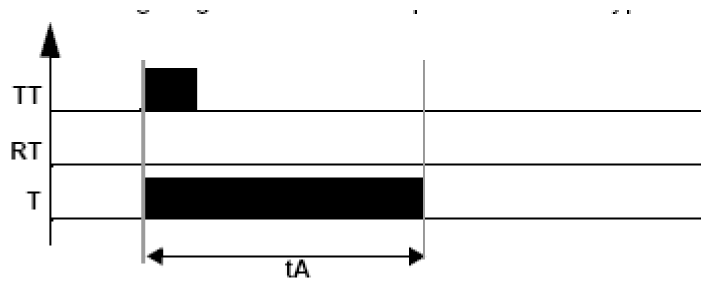


هذا النوع يعطى خرجاً بعد انتهاء الفترة الزمنية tA التي تلي فصل إشارة الدخل .

النوع c

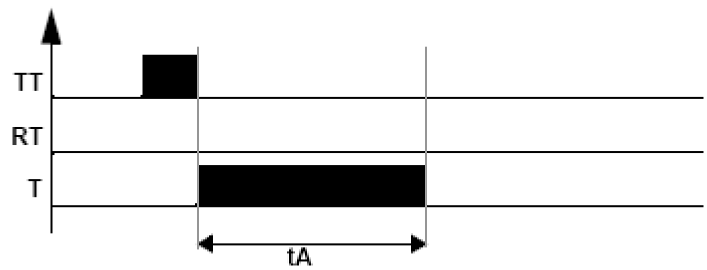


النوع B



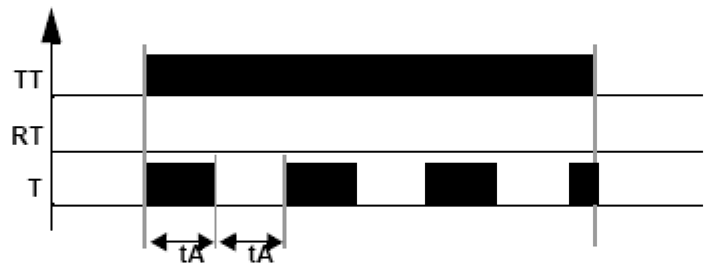
هذا النوع يعطى خرجاً فور حدوث إشارة الدخل ويستمر لفترة زمنية tA .

النوع W



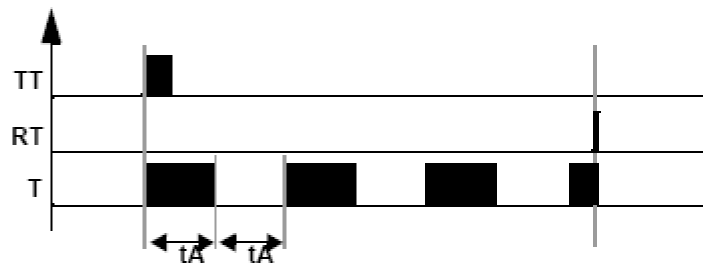
هذا النوع يعطى خرجاً بعد انقطاع إشارة الدخل ويستمر لفترة زمنية tA .

النوع D



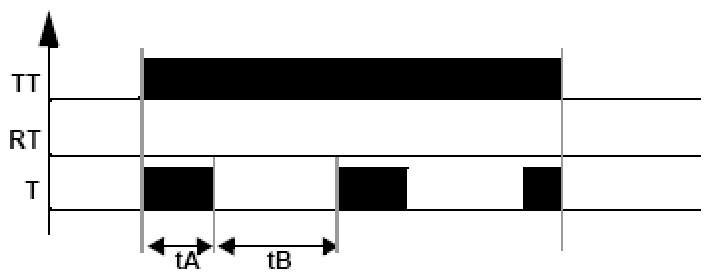
هذا النوع يعطى خرجاً متقطعاً منتظماً أثناء تواجد إشارة الدخل ، زمن التوصيل يساوى زمن الفصل يساوىtA .

<u>النوع d</u>



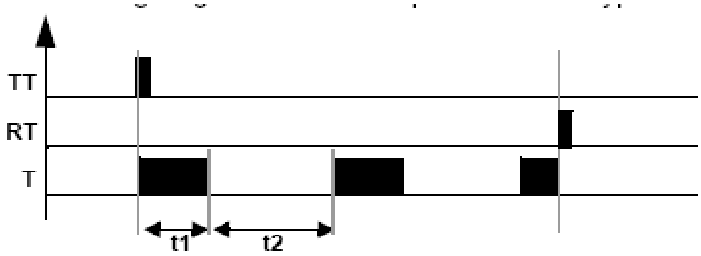
هذا النوع يعطى خرجاً متقطعاً منتظماً مع إشارة دخل لحظية، زمن التوصيل يساوى زمن الفصل يساوىtA .

<u>النوع L</u>



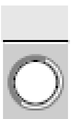
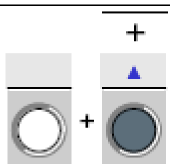
هذا النوع يعطى خرجاً متقطعاً غير منتظم أثناء تواجد إشارة الدخل ، زمن التوصيل يساوى tA ، زمن الفصل يساوى tB .

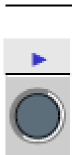
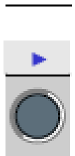
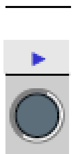
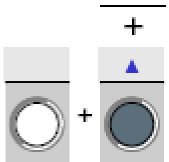
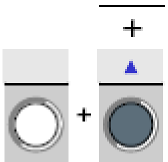
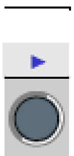
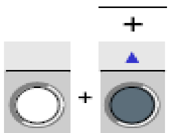
<u>النوع l</u>



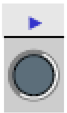
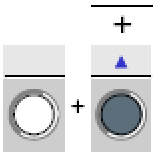
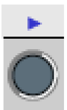
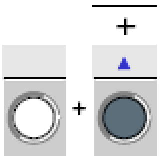
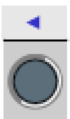
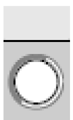
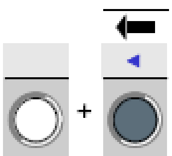
هذا النوع يعطى خرجاً متقطعاً غير منتظم مع إشارة دخل لحظية، زمن التوصيل يساوى t1 ، زمن الفصل يساوى t2 .

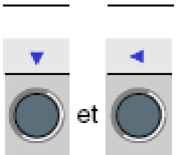
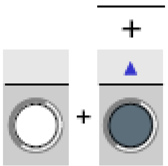
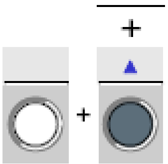
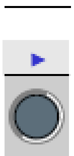
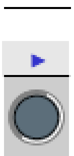
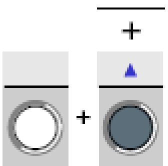
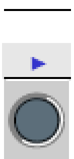
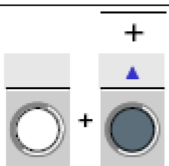
خطوات إدخال برنامج بلغة LAD

الأوامر	الشاشة	العمل	الخطوة
ضع المؤشر على PROGRAM سوف يومض فور اختياره flash	PROGRAMMING PARAMETERS RUN/STOP CONFIGURATION		1
بعد فترة قصيرة في السطر الأول LINE 1 سوف تومض المربع	LINE 2 LINE 3 LINE 3		2
مع استمرار الضغط على Shift Key (الأبيض) تظهر القائمة الرئيسية والتي تستخدم في برمجة الملفات Coils والمفاتيح Contacts	ins - + Del.		3
يتمركز المربع الوامض على الحرف I ، يمكنك عن طريق الضاغط ▲ اختيار نوع ال **contact**	I1		1

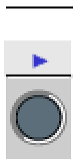
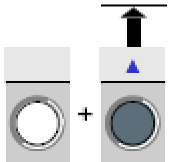
الأوامر	الشاشة	العمل	الخطوة
يومض الرقم 1 ، مما يتيح للمستخدم اختيار الرقم المناسب للـ contact	I1		2
تومض العلامة ، لتبين نقطة التوصيل Link إلى الـ contact	I1●		3
تابع خطوات إدخال برنامج بلغة LAD			
الأوامر	**الشاشة**	**العمل**	**الخطوة**
يتمركز المربع الوامض على الـ contact الثاني ، بعد أن تم برمجة الـ contact الأول I1	I1 █		4
الأوامر	**الشاشة**	**العمل**	**الخطوة**
يبدأ حرف I الثاني في الوميض داخل المربع يمكنك عن طريق الضاغط ▲ اختيار نوع ال contact	I1-I1		5
بالضغط مرة أخرى على ▲ يظهر الحرف i بمعنى اختيار contact من النوع NC	I1-i1		6
يومض الرقم 1 ، مما يتيح للمستخدم إدخال رقم الدخل	I1-i1		7
يومض الرقم 2	I1-i2		8

إدخال الملفات Coils (الحمل)

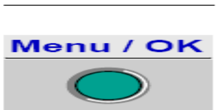
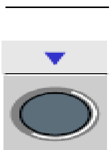
الخطوة	العمل	الشاشة	الأوامر
1	 11 fois 11مرة	I1-i2● I1-i2 █ ... then I1-i2 █	سوف يومض المؤشر الوامض على التوالي: - لربط العناصر - لإدخال Contacts حتى يأخذ وضعه في نهاية الخط استعداداً لإدخال الملف Coil
2		I1-i2 [M1	يومض الشكل [
3		I1-i2 [M1	يومض الحرف M
4		I1-i2 [Q1	يومض الحرف Q
5	 2 fois مرتين	I1-i2 ●[Q1	يظهر المؤشر الضوئي
6			باستمرار الضغط على Shift Key (الأبيض) تظهر هذه القائمة الرئيسية ، التي تمكن المستخدم من توصيل العناصر
7	 ثلاث مرات	I1-i2●---------[Q1	ثم التوصيل بين العناصر

إدخال Contacts في السطر الثاني			
1	 as many times as necessary until positioned at the start of the line.	I1-i2----------[Q1 █	بالضغط عدة مرات حتى يظهر في أول السطر الثاني
2		I1-i2----------[Q1 I1	يظهر الحرف I في أول السطر الثاني
3		I1-i2----------[Q1 i1	يومض الحرف i في السطر الثاني
4		I1-i2----------[Q1 i1	يومض الرقم1 في السطر الثاني
5	 2 fois مرتين	I1-i2----------[Q1 i1 █	يومض
6		I1-i2----------[Q1 i1-I1	يومض الحرف I في السطر الثاني
7		I1-i2----------[Q1 i1-I1	يومض الرقم1 في السطر الثاني
8		I1-i2----------[Q1 i1-I2	يومض الرقم 2 في السطر الثاني

توصيل عناصر السطر الثاني بعناصر السطر الأول

الأوامر	الشاشة	العمل	الخطوة
عندما تظهر العلامة يتمكن المستخدم من عمل توصيل عند هذه النقطة	I1-i2----------[Q1 i1-I2●		1
تتغير العلامة إلى | ليتمكن المستخدم من التوصيل بين سطرين	I1-i2┬---------[Q1 i1-I2┘		2

تشغيل البرنامج

الأوامر	الشاشة	العمل	الخطوة
تأكيد الإدخال بـ YES	CONFIRM CHANGES ? YES NO		1
تظهر القائمة الرئيسية وتومض PROGRAMMING	PROGRAMMATION PARAMETRES RUN/STOP CONFIGURATION		2
اختيار RUN/STOP	PROGRAMMATION PARAMETRES RUN/STOP CONFIGURATION	 2 fois	3
يمكن الآن بدء تشغيل البرنامج	RUN PROG ? YES NO		4
تظهر قائمة حالة التشغيل	1234 BCDE RUN LD JEU 25 SEP 16:40 1234		5

الجداول السابقة تبين للطالب تسلسل خطوات إدخال برنامج بلغة السُلم LD

<u>ملاحظات</u>

- عند ظهور العلامة أو العلامة يمكن استخدام الضاغط Shift Key لإدخال مفتاح ، ملف ، خط ربط بين العناصر (Contact, Coil, Graphic Link Element).
- عندما يومض العنصر (I, Q, No., , est.) يمكن استخدام Shift Key + أسهم أى من الضاغطين Z2, Z3 وذلك لاختيار العنصر .
- إنه من الممكن أيضاً استخدام الأسهم من Z1 إلى Z4 للتحرك حول عناصر المخطط السُلمى Ladder Diagram .

(٢) استخدام الكومبيوتر في البرمجة

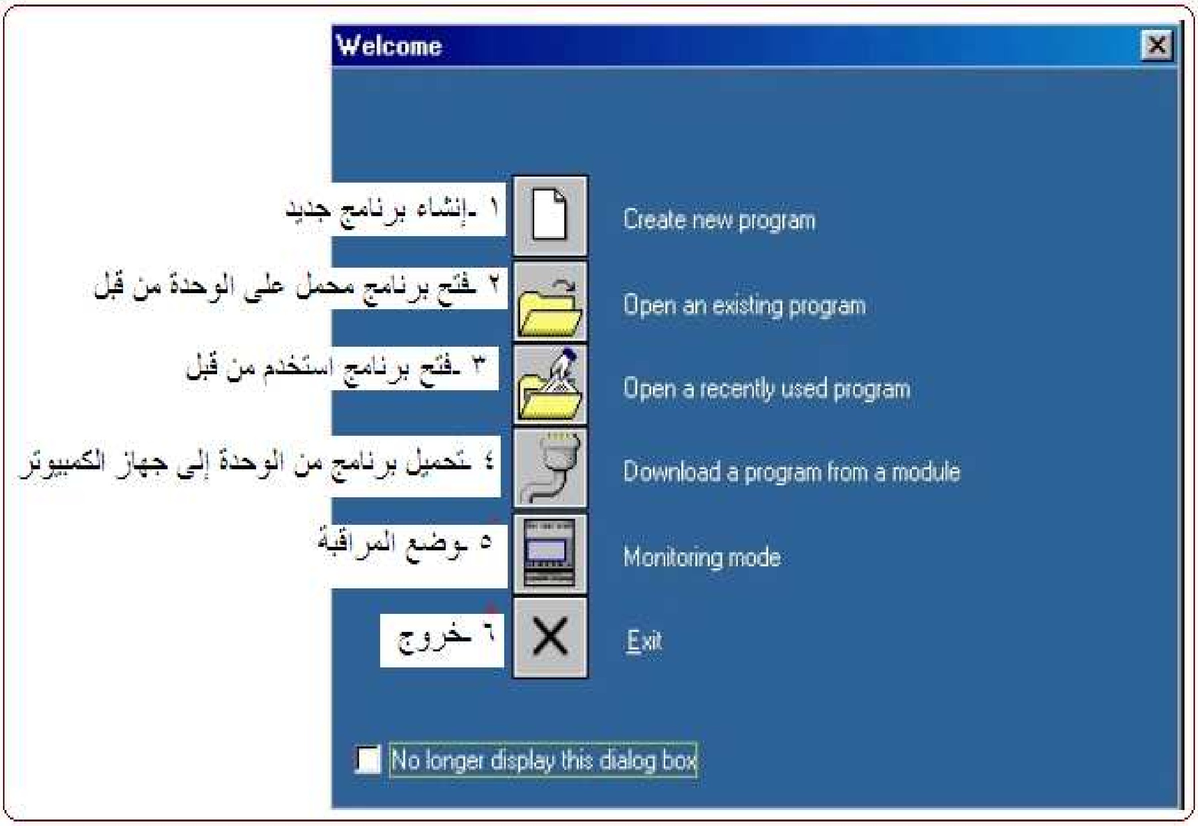
استخدام الكمبيوتر كوسيلة لبرمجة أجهزة PLC هي الأكثر شيوعاً وذلك نظرا لسهولتها وتشابه طرق البرمجة وخصوصاً بلغة السُلم ، الاختلاف يكون فقط في عنونة العناصر . وسوف نقوم بشرح كيفية استخدام الكمبيوتر في برمج الوحدة المتواجدة بالقسم العملي بمدرستك .

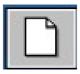
ملاحظه هامة

يجب تحميل الأسطوانة المدمجة CD المرفقة مع الوحدة على جهاز الكومبيوتر ، سوف تظهر لك أيقونة على سطح المكتب Desktop توضح رمز الوحدة وعنوانها .

خطوات إدخال برنامج

- انقر مرتين بالماوس Lift double click على أيقونة الوحدة من على سطح المكتب بجهاز الكمبيوتر .
- تظهر لك النافذة الآتية :

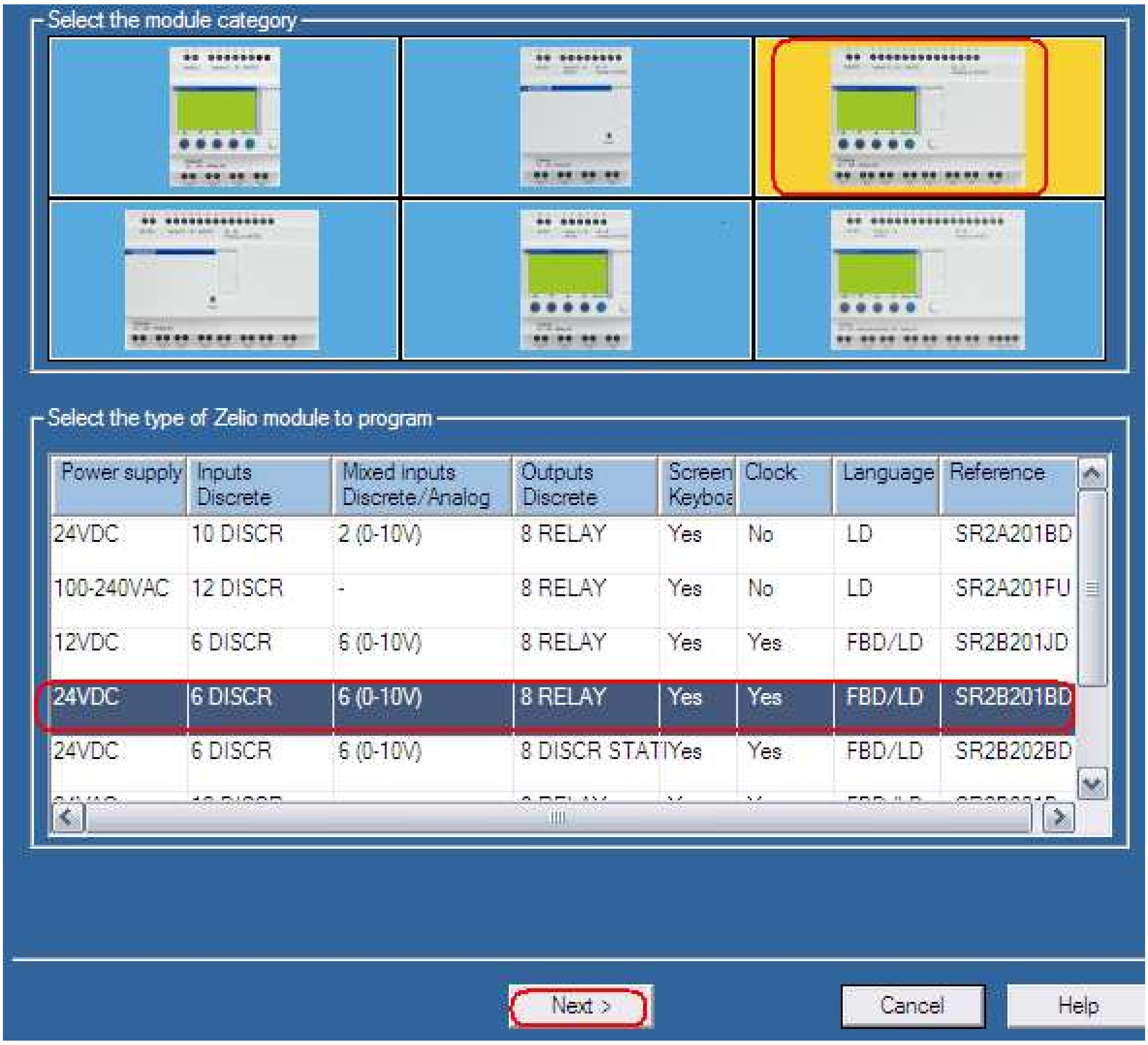


لإنشاء برنامج جديد انقر شمال مرة واحدة Lift Click على الأيقونة  ، تظهر لك النافذة التالية والتي تُظهر بعض الموديلات المختلفة التي تنتجها الشركة ويمكن برمجتها بالسوفت وير المحمل .

موديلات الوحدات التي تنتجها الشركة



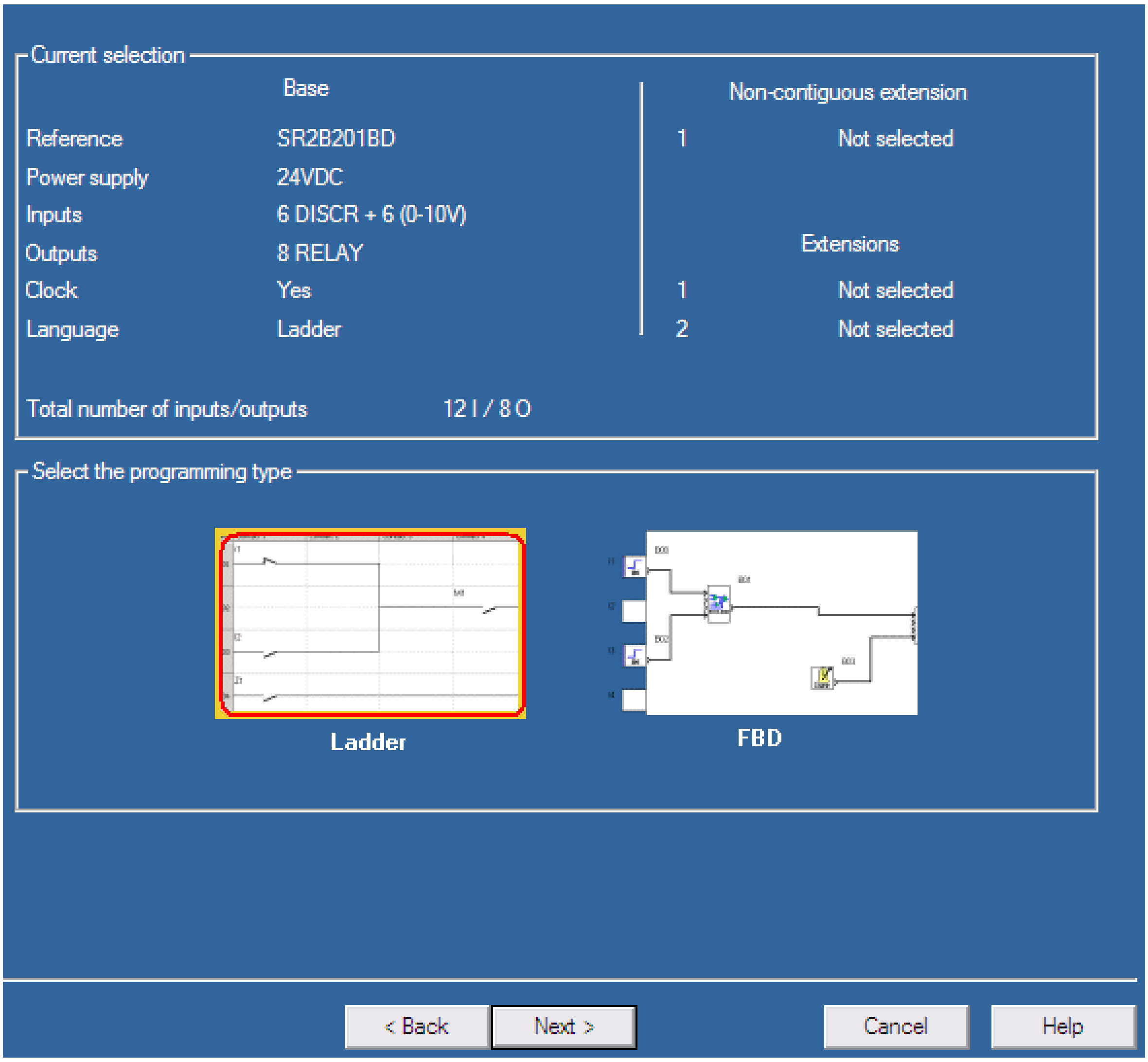
اختار الموديل المماثل لوحدتك ، على سبيل المثال نختار الموديل (بالنقر شمال عليه) سوف تظهر لك النافذة التالية



من الجدول أسفل النافذة اختار مواصفات الدخل والخرج للوحدة (بالنقر شمال عليها) ثم أنقر NEXT سوف تظهر لك النافذة التالية والتي تخيرك بين اختيار إحدى ولغتي البرنامج :

١- لغة السُلم ladder

٢- لغة البلوكات النوعية FBD (وهى خارج دراستنا هذا العام)



اختار ladder (بالنقر شمال عليها) ثم أنقر NEXT

سوف تظهر صفحة تحرير البرنامج (بلغة السُلّم) وتتكون من :

شريط العنوان Toolbar

والذي يحتوى على عدة أيقونات كما بالشكل التالي



ومنه يمكن اختيار نوع العمل

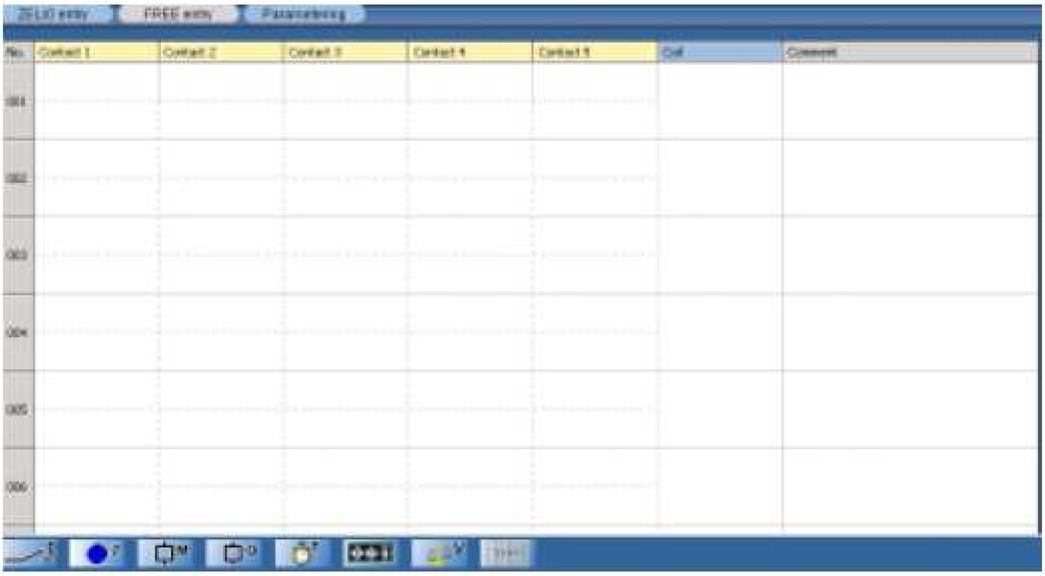
١- تحرير البرنامج 

٢- عمل محاكاة لتشغيل البرنامج 

٣- مراقبة تشغيل البرنامج 

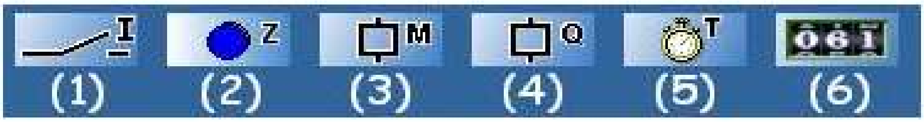
صفحة تحرير البرنامج

الشكل التالي يبين الصفحة التي يمكن تحرير البرنامج عليها إما برموز لغة السُلم LD ⊢ ⊣ أو بالرموز الكهربية —⁄— (ويمكن الاختيار من قائمة Display ثم الاختيار بين Ladder Symbol أو Electrical Symbol)

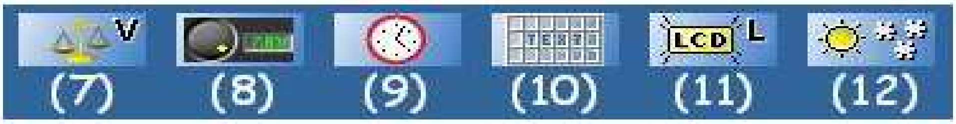


شريط عناصر الإدخال

يوجد أسفل صفحة تحرير البرنامج أيقونات لعناصر الإدخال والتي يمكن استخدامها في إنشاء البرنامج والشكل التالي يبين شريط أيقونات عناصر الإدخال ووظيفتها



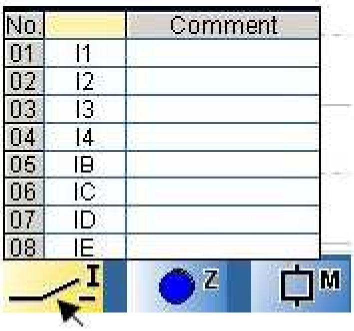
(1) Discrete Input I الدخل الرقمى
(2) Front panel button الضواغط المتواجدة بالوحدة
(3) Auxiliary relay M ريليهات الذاكرة المساعدة
(4) Output Q الخرج
(5) Timer الموقت الزمنى
(6) Counter العداد



(7) Counter comparator مقارنات العداد
(8) Analog comparator المقارن التناظرى
(9) Weekly clock ساعة أسبوعية
(10) Display شاشة
(11) Backlighting الخلفية
(12) Daylight Savings Summer/Winter التوقيت الصيفى /شتوى

أيقونة الدخل الرقمي

نشط الأيقونة  بنقرة شمال(lift click) ، سوف تظهر قائمة تمثل عدد المداخل الرقمية المتاحة



من الشكل نجد أن عدد المداخل المتاحة ستة (6) من I1 إلى I6 (تعتمد عدد المداخل على نوع وموديل الوحدة) ، يمكن استخدام أي من هذه المداخل بنوعيه (NO, NC) عدة مرات .

طريقة إدخال contact وليكن I1

ضع المؤشر على I1 ومع استمرار الضغط والسحب إلى أي مكان من أماكن إدخال الـ contacts وليكن تحت العمود contact1 في السطر 001 ثم تحرير الضغط كما يظهر بالشكل التالي



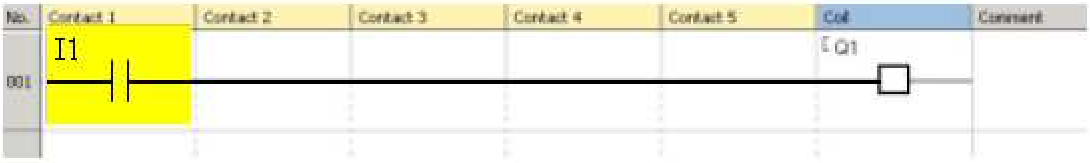
طريقة إدخال coil وليكن Q1

ضع المؤشر على  ثم lift click لتظهر قائمة تحتوى على مجموعة من الخرج coils والدخل contact اختار] وذلك بالنقر والسحب حتى موضع الـ coil في العمود السادس السطر الأول ثم حرر الموس ليظهر الملف Q1] .



بالنقرclickعلى الخطوط ذات الشرط تتحول خطوط متصلة كما بالشكل التالى





محاكاة البرنامج

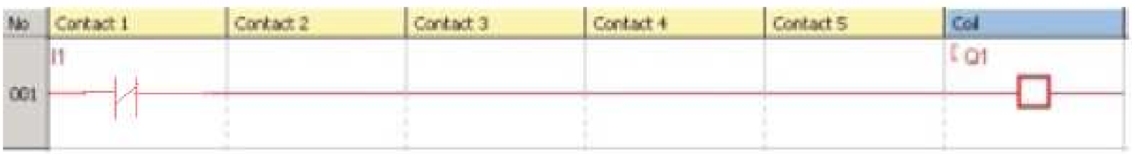
بالنقر lift click على أيقونة **S** كما بالشكل التالي



تظهر لك شاشة محاكاة البرنامج اختار منها **RUN**



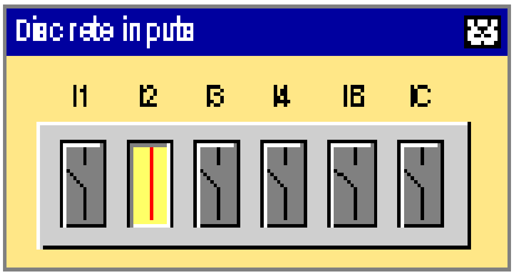
تظهر لك الشاشة التالية ومنها نجد أن الـ contacts والـ coils تظهر باللون الأزرق إذا كانت غير فعالة inactive وباللون الأحمر إذا كانت فعالة active . أنقر lift click على I1 ليتحول من الوضع غير الفعل (أزرق) إلى الوضع الفعال (أحمر) ، في هذه اللحظة يتحول الخرج Q1 إلى اللون الأحمر .



يوجد نظام محاكاة للبرنامج يستخدم اللمبات كأحمال و المفاتيح الكهربية للإدخال

محاكاة المفاتيح (أو الضواغط) Simulation of Discrete Input

انقر كما باتجاه السهم على أيقونة الدخل  ← سوف تظهر لك قائمة بالمفاتيح كما بالشكل التالي (يعتمد عددها على موديل الوحدة)

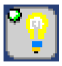


ولهذه المفاتيح نوعان :

النوع الأول ON /OFF Switch ويمكن الحصول عليه بواسطة النقر يساراً Lift Click عليه .

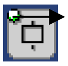
النوع الثاني Pushbutton ويمكن الحصول عليه بواسطة النقر يميناً Right Click Lift عليه.

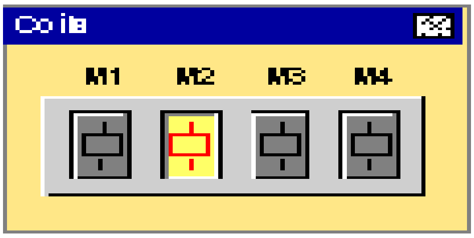
محاكاة الخرج Simulation of Discrete Output

انقر كما باتجاه السهم على أيقونة الخرج  ← سوف تظهر لك قائمة بمصابيح تمثل الخرج كما بالشكل التالي (يعتمد عددها على موديل الوحدة) ، يضئ المصباح في حالة وجود خرج ، ومطفأ عندما لا يوجد خرج .



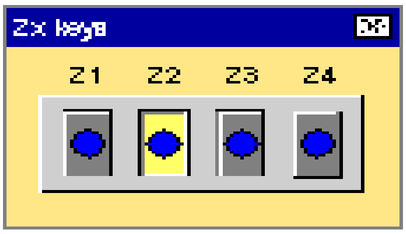
محاكاة خرج ريليهات الذاكرة Simulation of Memory Relays Output

انقر كما باتجاه السهم علي أيقونة الخرج  سوف تظهر لك قائمة تمثل خرج ريليهات الذاكرة الداخلية كما بالشكل التالي (يعتمد عددها على موديل الوحدة) ، يضيء ملف الريلاي في حالة وجود خرج ، ومطفأ عندما لا يوجد خرج .



محاكاة ضواغط الوحدة Simulation of Z Keys

انقر كما باتجاه السهم علي أيقونة Z Keys  → سوف تظهر لك قائمة تمثل الضواغط الموجودة على الوحدة نفسها كما بالشكل التالي .



إرسال البرنامج الى وحدة Transfer Program PLC

الشروط الواجب توافرها قبل عملية **Transfer**

١- صحة إدخال البرنامج (تتحول الأيقونة  من اللون الأحمر إلى اللون الأزرق ) ثم تجربته بواسطة عمل المحاكاة له Simulator للتأكد من تسلسل خطوات التشغيل .

٢- التأكد من توصيل وحدة PLC بمنبع القدرة المناسب ومهيأة لاستقبال البرنامج .

٣- التأكد من الربط بين جهاز الكمبيوتر ووحدة PLC بالكابل المخصص لذلك Interface Cable .

٤- يجب أن تكون حالة التشغيل في الوضع STOP .

بعد التأكد من توافر هذه الشروط أتبع الخطوات الأتي :

ضع المؤشر على Transfer أعلى صفحة تحرير البرنامج ثم انقر عليها click ، سوف تظهر قائمة اختار منها

Transfer Program ⇨ PC > module

Module > PC

انقر click على PC > module ، بعد ذلك ينتقل البرنامج إلى وحدة PLC ويظهر على شاشة الوحدة بلغة الوحدة .

التشغيل Start Up

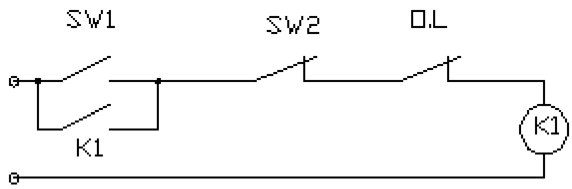
يمكن بدء التشغيل بطريقتين :

- الكمبيوتر ، وذلك بفتح نافذة Transfer واختيار RUN Module ثم انقر click .
- وحدة PLC وذلك باختيار RUN من على شاشة الوحدة وتنشيطها .

٢- طرق تحويل الدوائر الكهربية البسيطة الى برنامج تحكم لجهاز المتحكم المنطقى المبرمج PLC

التدريب السادس

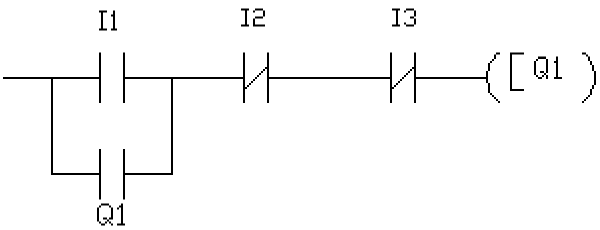
حول الدائرة الكهربية التالية الى برنامج يمكن تنفيذه على وحدة PLC الموجودة بالقسم .



خطوات وضع البرنامج على جهاز الكمبيوتر PC

١- افتح جهاز الكمبيوتر واتبع الخطوات التي تم شرحها من قبل حتى تصل إلى صفحة تحرير البرنامج .

٢- بواسطة استمرار النقر والسحب نفذ مخطط السُلم باستخدام ريليهات الذاكرة المساعدة كما بالشكل التالي :



٣- لاحظ تتحول الأيقونة من اللون الأحمر إلى اللون الأزرق (دلالة على صحة إدخال البرنامج) .

٤- من أيقونة  أدخل على نظام المحاكاة .

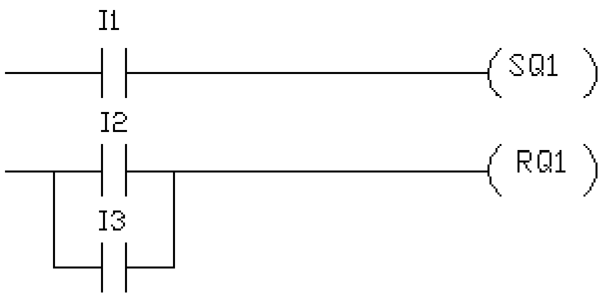
٥- في أسفل صفحة تحرير البرنامج نشط أيقونة الخرج Outputs (مصابيح) ، وكذلك نشط أيقونة الدخل Inputs لتظهر لك قائمة بالمصابيح وقائمة أخرى بالمفاتيح.

٦- من نافذة قائمة المفاتيح انقر يمين Right Click (يستخدم كضاغط) على المفتاح I1 للتوصيل (الذي تم وضعه بالبرنامج للتشغيل) ، سوف يضئ المصباح حرره فلا يؤثر ذلك على إضاءة المصباح .

٧- من نافذة قائمة المفاتيح انقر يمين Right Click على المفتاح I2 أو I3 للتوصيل (الذي تم وضعهما بالبرنامج للتوقف) سوف يطفأ المصباح حتى بعد تحرير الضاغط

طريقة أخرى لوضع البرنامج باستخدام S , R

نفذ مخطط السُلم التالي كما أُتبع في الخطوات السابقة (من 1 الى 3)



لاختبار البرنامج اتبع الخطوات من 4 إلى 7 ستجد إنها تعطى نفس النتيجة .

٣ – تنفيذ وتشغيل دوائر كهربية بسيطة باستخدام جهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC

التدريب السابع

في التدريب السادس بعد أن قمت بوضع البرنامج واختبرته على جهاز الكمبيوتر ، نفذ هذا البرنامج عملياً على وحدتي البرمجة والقوى

خطوات تنفيذ التشغيل عملياً

١- اجري عملية إرسال البرنامج إلى وحدة PLC كما شرح في بند
" إرسال البرنامج إلى وحدة PLC< Transfer Program"

٢- الضاغط I1 في وحدة البرمجة موصل داخلياُ بدخل PLC .

٣- وصل مصباح كهربي 220VAC / 6OW بخرج الوحدة Q1 (الخرج 220VAC عن طريق ريلاى داخلي اتبع إرشادات الأمن)

٤- عند الضغط على الضاغط I1 سوف يضئ المصباح Q1 وعند تحريره لا تتغير حالة المصباح.

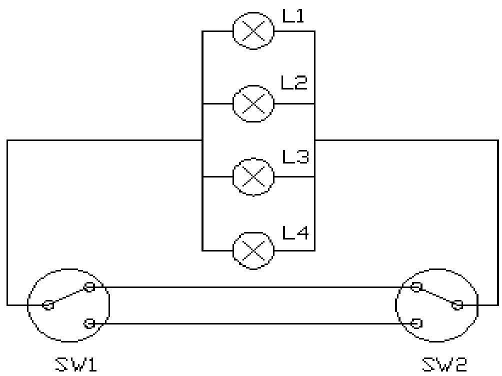
٥- كرر الخطوات من 1 إلى 4 مع برنامج **استخدام S , R** . هل اختلفت التوصيلات Hard Wire على جهاز PLC في الحالتين ؟ وماذا تستنتج من ذلك ؟

الباب الثانى
تطبيقات عملية علي استخدام
جهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC

١-التحكم في مجموعة إضاءة من مكانين مختلفين

التدريب الأول

الدائرة الكهربية المبينة بشكل (٢-١) لمجموعة من المصابيح تضاء من مكانين مختلفين تستخدم مفتاحين كهربيين من النوع ذو السكتين (ديفاتورى) . نفذ هذه الدائرة علي جهاز PLC بطرقتين مختلفتين .



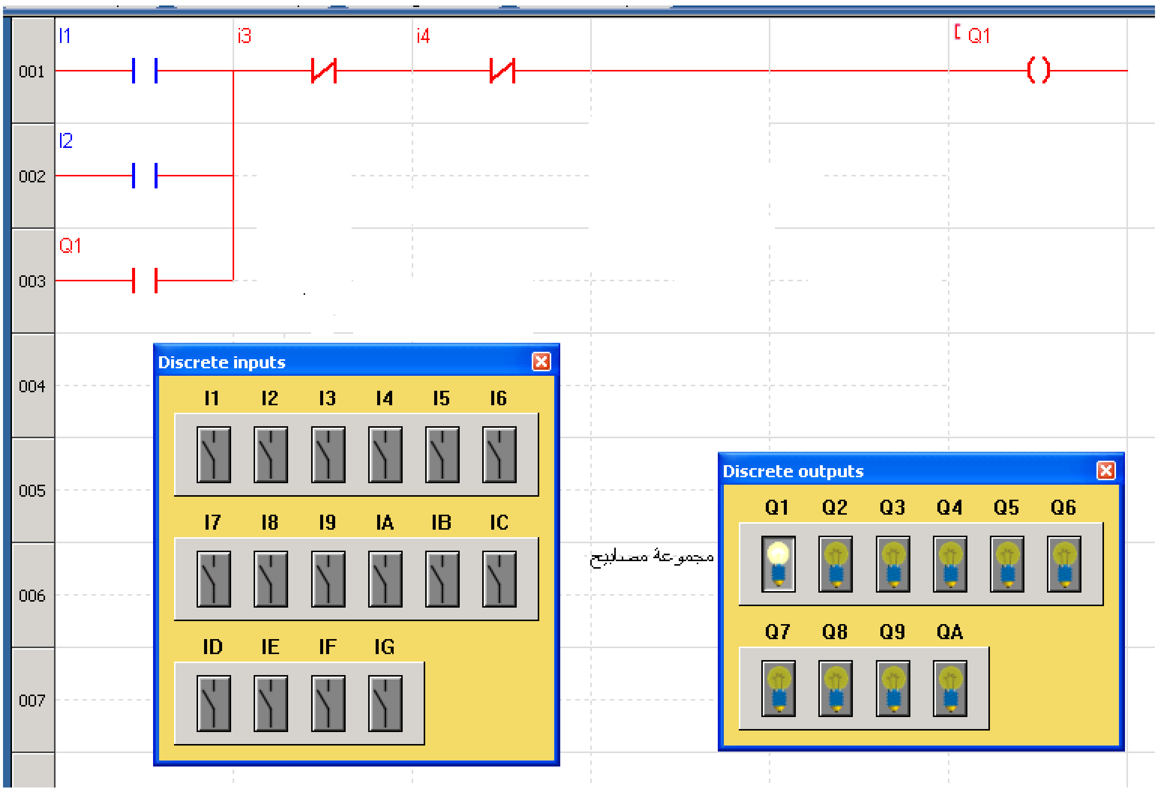
شكل (٢-١) مجموعة من المصابيح تضاء من مكانين مختلفين

إعداد البرنامج

الطريقة الأولى : المخطط السلمى التالي يبين إحدى الطرق لتنفيذ هذه الدائرة على جهاز PLC



اتبع الخطوات كما في التدريب السابع بالباب الأول لعمل المخطط السُلمى على جهاز PC ، ثم اختبر البرنامج بعمل محاكاة له كما بالشكل التالي



نقرة يمين واحدة Right Click على I1 أو I2 تكفي لإضاءة مجموعة اللمبات Q1

نقرة يمين واحدة Right Click على I3 أو I4 تكفي لإطفاء مجموعة اللمبات Q1

خطوات تنفيذ التشغيل عملياً

١- اجري عملية إرسال البرنامج إلى وحدة PLC كما شرح في بند " **إرسال البرنامج إلى وحدة PLC Program Transfer**"

٢- الضاغط I1 أو I2 في وحدة البرمجة يستخدمان في إضاءة المجموعة Q1 .

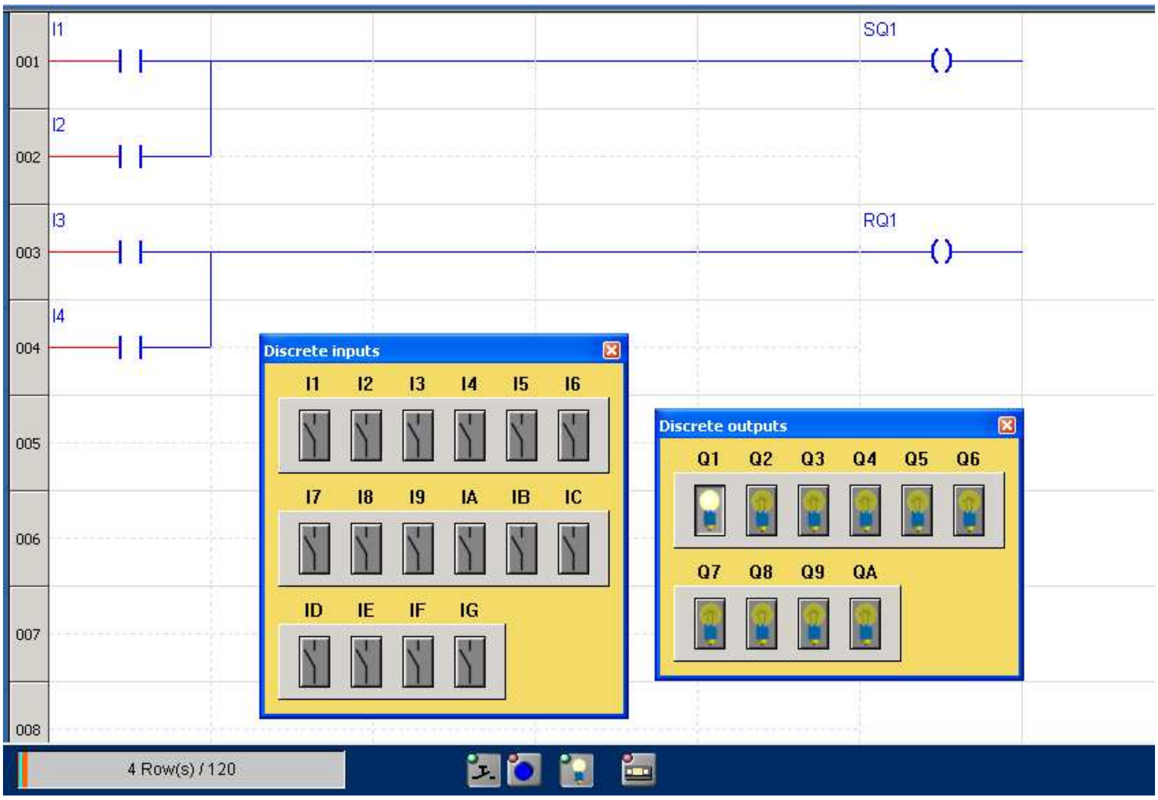
٣- المفتاح I3 أو I4 في وحدة البرمجة يستخدمان في إطفاء المجموعة Q1 . (يستخدم المفتاح كضاغط عند توصيله لحظياً ثم العودة الي وضع الفصل)

٤- وصل مصباح كهربي 60W / 220VAC بخرج الوحدة Q1 (الخرج 220VAC عن طريق ريلاى داخلي اتبع إرشادات السلامة والصحة المهنية)

٥- عند الضغط على الضاغط I1 أوI2 سوف تضئ مجموعة المصابيح Q1 وعند تحريره لا تتغير حالة المصابيح.

٦- عند تغيير وضع I3 أو I4 لحظياً تطفأُ مجموعة المصابيح Q1 .

الطريقة الثانية : المخطط السُلمى التالي يبين الطريقة الثانية لتنفيذ هذه الدائرة على جهاز PLC



خطوات تنفيذ التشغيل عملياً

اتبع نفس الخطوات كما بالطريقة الأولى لتنفيذ التشغيل عملياً

ملاحظة هامة :

- لا يوجد اختلاف في التوصيلات الكهربية للطريقتين .
- لا يوجد اختلاف في طريقة التشغيل والتوقف .
- استخدمت أربعة ضواغط بدلاً من المفتاحين الديفاتورى .
- الاختلاف الأساسي في إنشاء البرنامج Software .

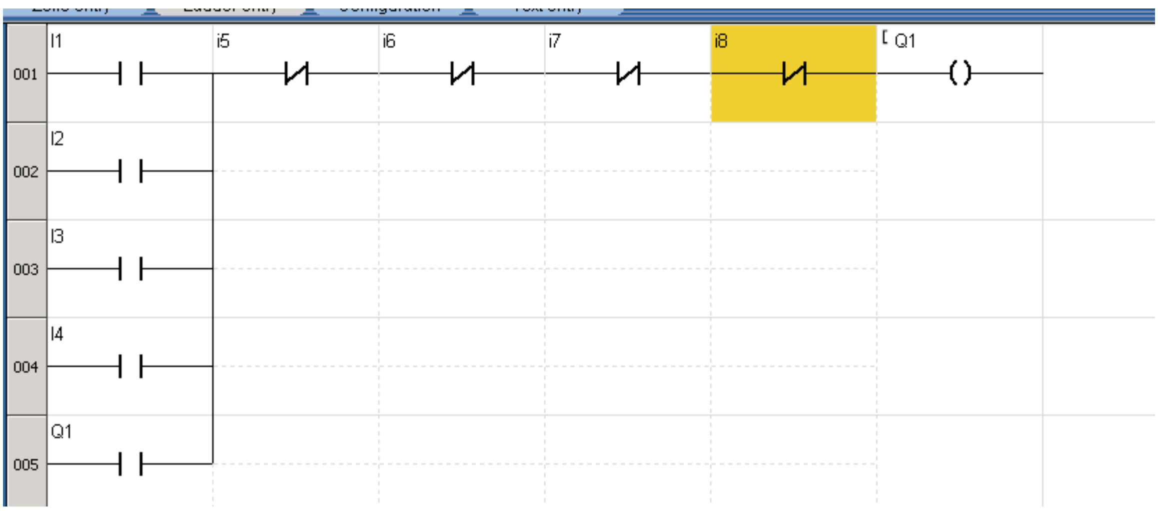
٢-التحكم في مجموعة إضاءة من أربعة أماكن

التدريب الثانى

التحكم في مجموعة إضاءة من أربعة أماكن ، لو أردنا تنفيذ هذا التمرين عن طريق دائرة كهربية تقليدية فإننا سوف نحتاج إلى مفاتيح ذات نوعية خاصة (مفاتيح ذات ثلاث نقاط وأخرى ذات أربعة) هذا بالإضافة إلى صعوبة تنفيذها النسبي . ولكن باستخدام جهاز PLC لا نحتاج إلا إلي إضافة مفتاحين آخرين لإضاءة المجموعة ومفتاحين آخرين لإطفائها لكلا الطريقتين السابقتين .

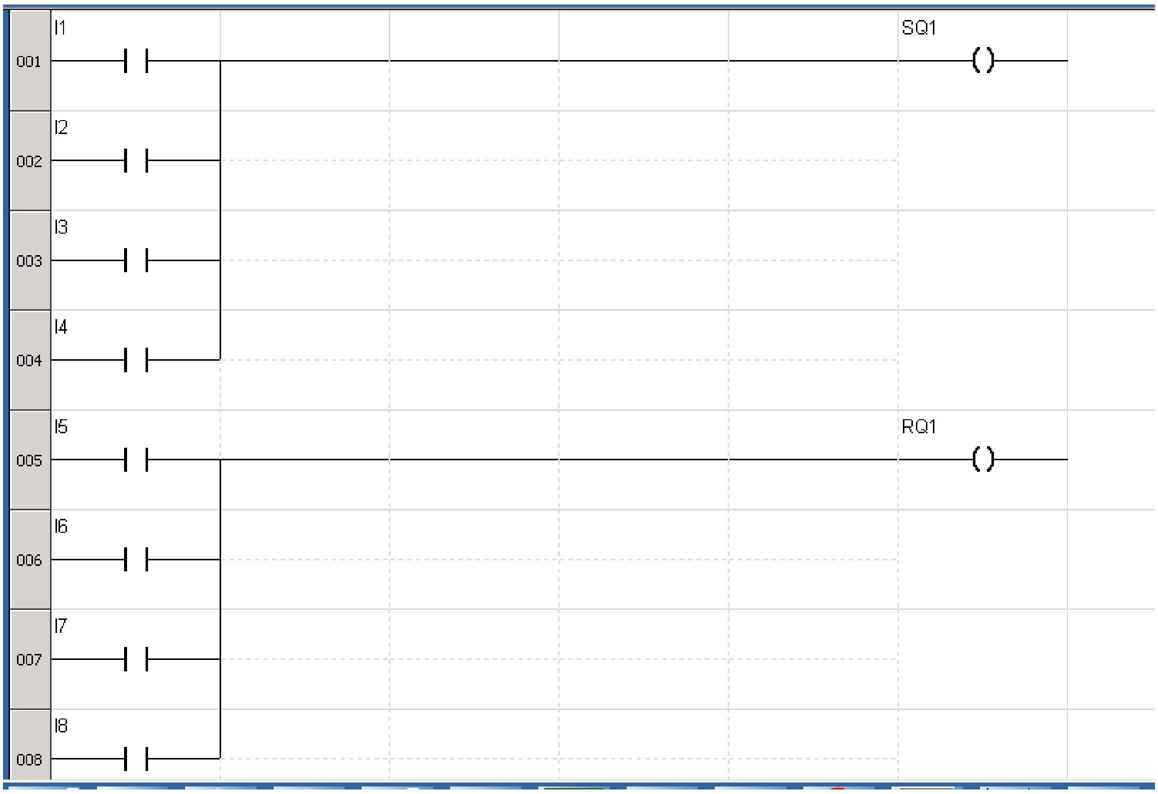
إعداد البرنامج

الطريقة الأولى : المخطط السُلمى التالي يبين إحدى الطرق لتنفيذ هذه الدائرة على جهاز PLC



عدل برنامج الطريقة الأولى في التمرين الأول وذلك بإضافة المفتاح I3 والمفتاح I4 في وضع OR مع I1 ، I2 (توازى) ثم ضع المفاتيح I5, I6, I7, I8 في وضع AND (توالى) . بعد ذلك اتبع الخطوات السابقة للاختبار (المحاكاة) ثم نفذ التمرين عملياً على وحدتي التدريب .

الطريقة الثانية: المخطط السلمى التالي يبين الطريقة الثانية لتنفيذ هذه الدائرة على جهاز PLC



عدل برنامج الطريقة الثانية في التمرين الأول وذلك بإضافة المفتاح I3 والمفتاح I4 في وضع OR مع I1 ، I2 (توازى) ثم ضع المفاتيح I5, I6, I7, I8 في وضع OR أيضاً (توالى) . بعد ذلك اتبع الخطوات السابقة للاختبار (المحاكاة) ثم نفذ التمرين عملياً على وحدتي التدريب .

٣-استخدام الوظائف ذات المتغيرات فى دوائر كهربية (المؤقت الزمني – العداد التصاعدي/ التنازلي- الدخل التناظري)

المؤقت الزمني

(تشغيل حمل (مصباح كهربى) بعد فترة زمنية معينة)

التدريب الثالث

يراد تشغيل مصباح بعد توصيل مفتاح التشغيل بعشر ثواني .

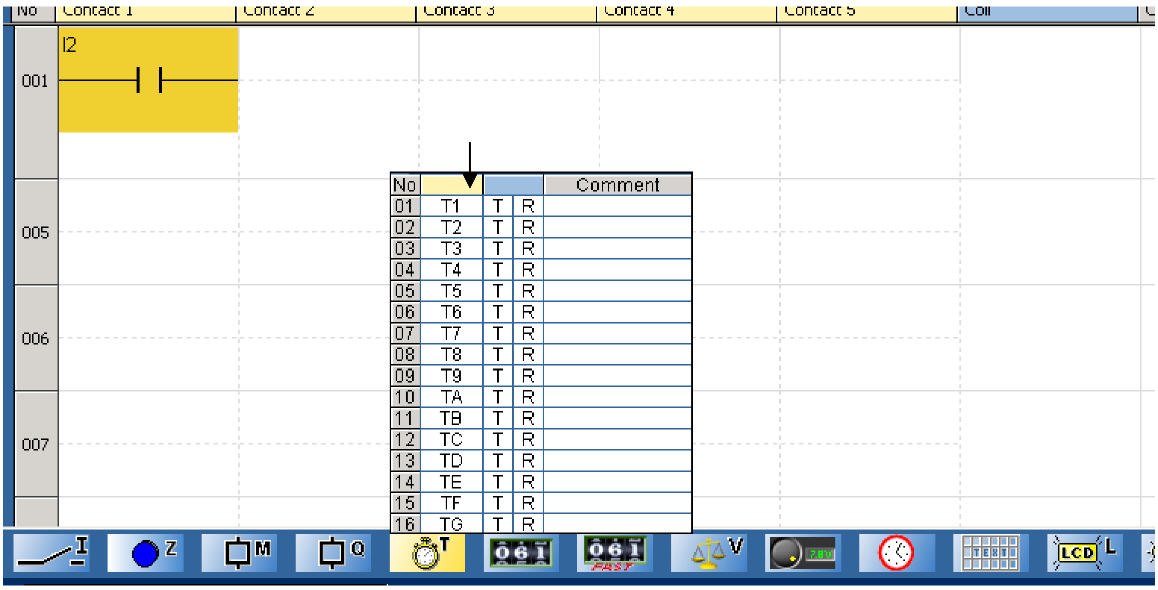
إعداد البرنامج

الأدوات المطلوبة : مفتاح ON/OFF (I2) ، مصباح كهربي 220 VAC .

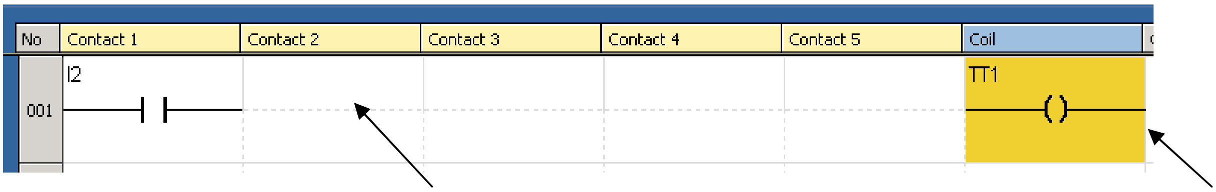
خطوات إعداد البرنامج :

١- بواسطة النقر والسحب ضع الـ (I2) contact في مكان من الأماكن المخصصة للـ contacts .

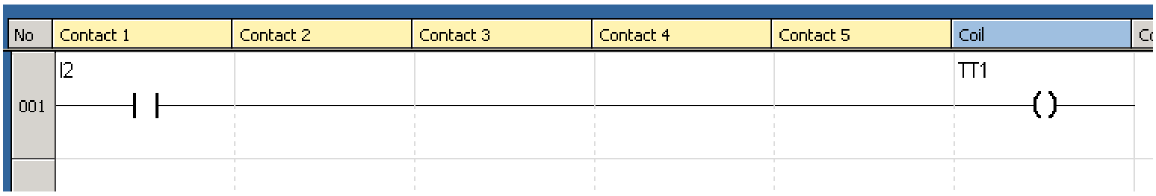
٢- انقر على الأيقونة  سوف تظهر لك قائمة المؤقتات الزمنية التالية :



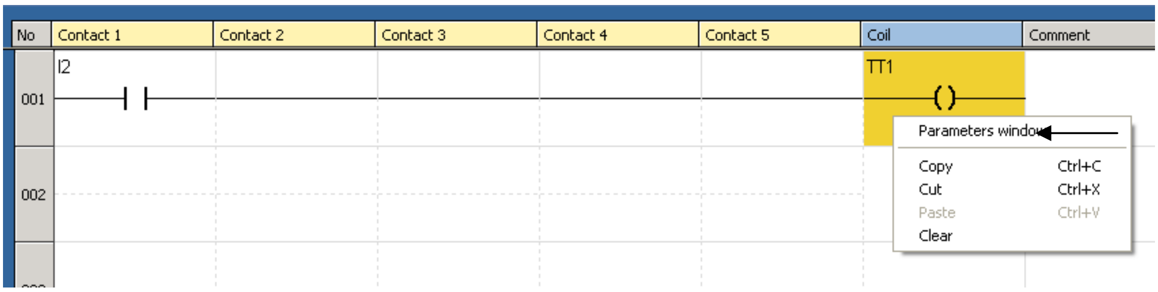
٣- اختار أى مؤقت من T1 إلى TG (ترقيم سداسي عشر) وليكن T1 ، ثم ضع المؤشر على T (من T1) وبطريقة الضغط والسحب إلى المكان أسفل العمود Coil بالصف الأول ثم حرر سوف تظهر لك الشاشة التالية :



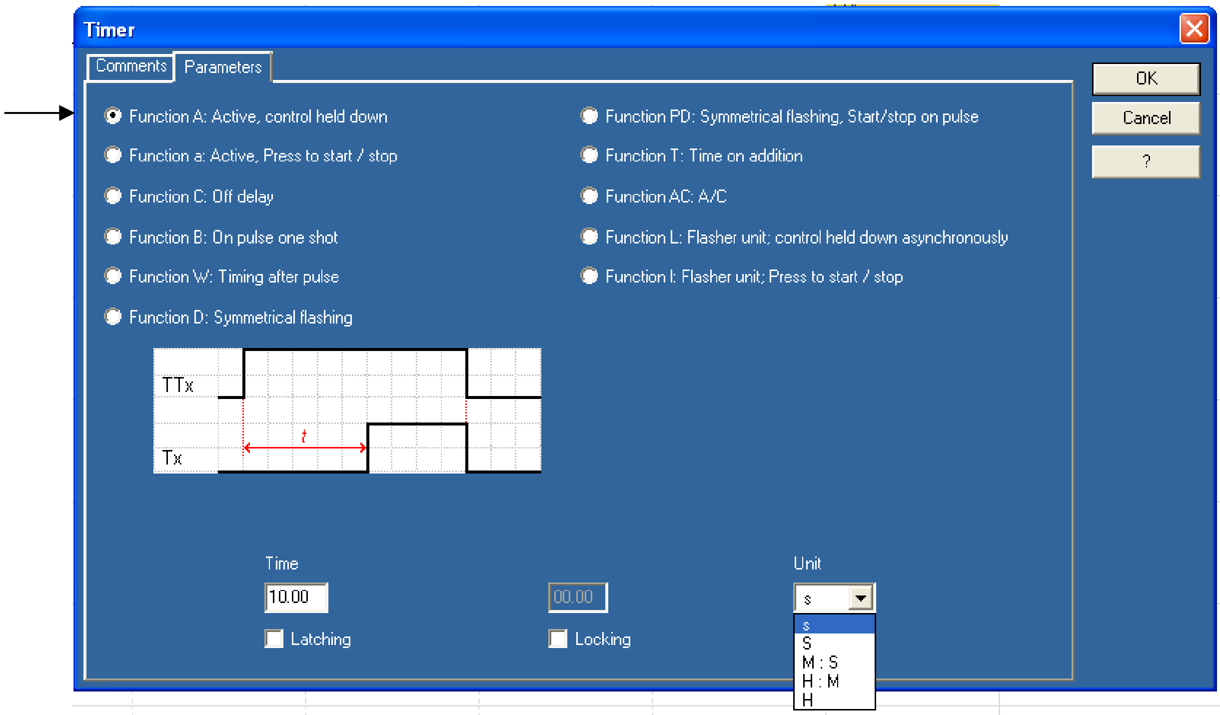
أكمل خطوط التوصيل بواسطة النقر click عليها كما بالشكل التالي



٤- لبرمجة المؤقت T1 انقر يمين Right Click على TT1 تظهر لك القائمة التالية :

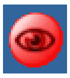


اختار منها Parameters Window انقر شمال Lift Click عليها لتظهر لك الشاشة التالية التي تبين أنواع المؤقتات الزمنية المتاحة في هذه الوحدة ، ويمكن عن طريقها إدخال الزمن المطلوب .

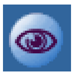


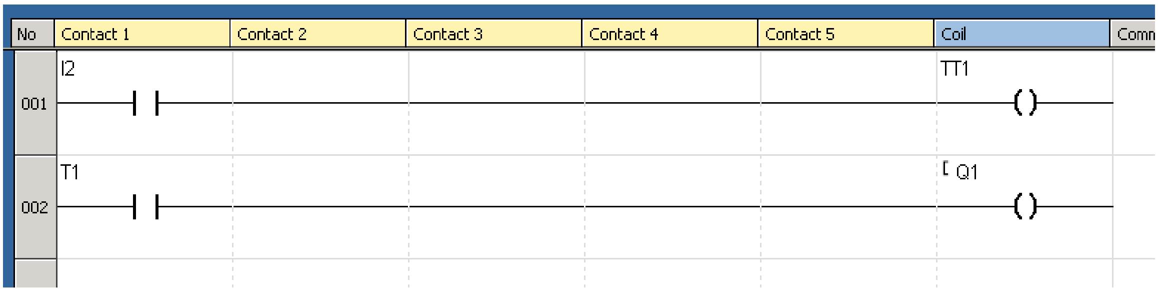
٥- نختار النوع Function A (ON delay) ، حيث هو المناسب لهذا التمرين .

٦- نختار من قائمة Unit (وحدة الزمن) S ثانية ثم ندخل الزمن المطلوب في مستطيل الـ Time وليكن عشر ثوان ثم انقر شمال على OK .

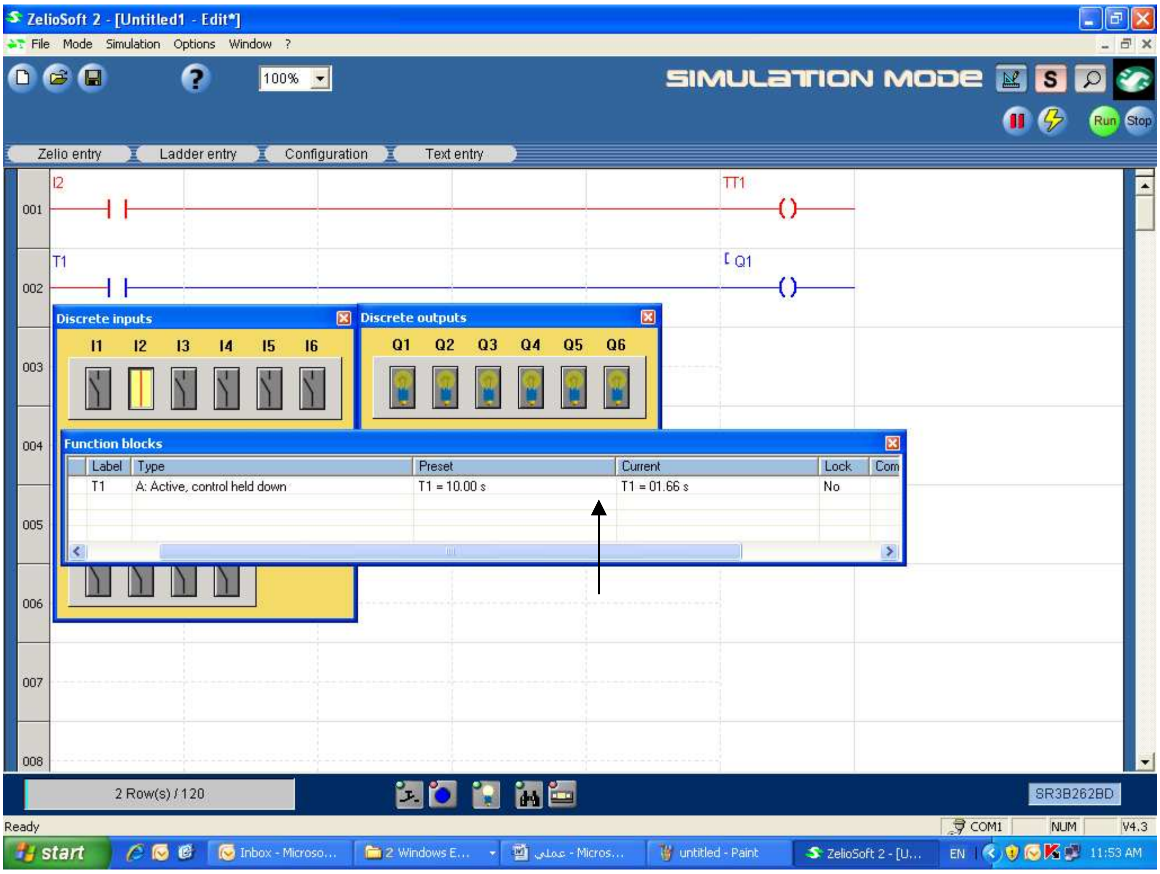
٧- جميع الخطوات السابقة تجري ولا تزال الأيقونة  حمراء (دلالة على عدم اكتمال البرنامج أو وجود خطأ ما) .

٨- من قائمة المؤقتات الزمنية نختار T1 (contact) وبواسطة الضغط والسحب نضعها في السطر الثاني تحت العمود الأول ، ثم نختار من قائمة الأحمال الخرج Q1 ونضعه في السطر الثاني تحت العمود coil ثم نستكمل خطوط الربط ، ليظهر الشكل التالي :

ملاحظة تحولت الأيقونة  إلي اللون الأزرق دلالة على استكمال البرنامج وصحة خطواته (ممكن أن تكون خطوات البرنامج صحيحة وقد لا يفي بالغرض)

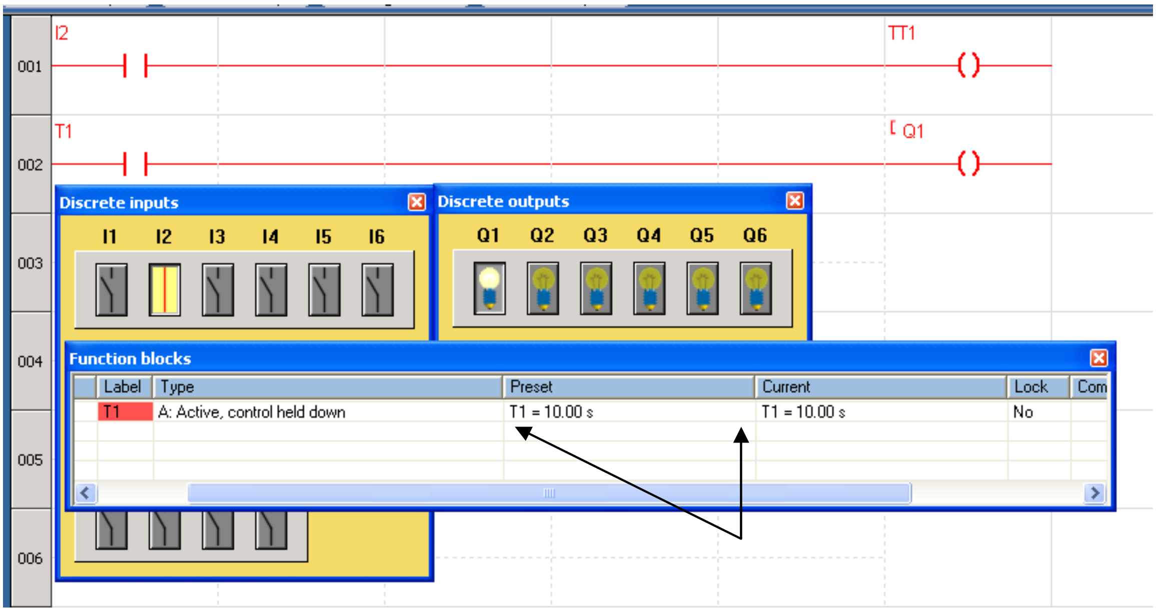


اختبر البرنامج بعمل محاكاة له كما اتبع في التمارين السابقة مع إضافة قائمة بيان زمن المؤقت T1 ، ويمكن إظهارها بالنقر شمال على الأيقونة  لتظهر لك الشاشة التالية :



تسلسل التشغيل

- بالضغط علي الـ contact I2 يبدأ المؤقت الزمني T1 في عد الزمن ولا يوجد خرج ، عند إكمال الفترة الزمنية (عشر ثوان) يعطى هذا المؤقت إشارة لتحدث الخرج Q1 كما بالشكل التالي:



خطوات تنفيذ التشغيل عملياً

اتبع نفس الخطوات كما سبق لتنفيذ التشغيل عملياً .

العداد التصاعدي

<u>(تشغيل حمل (مصباح كهربى) عن طريق عداد تصاعدي)</u>

<u>التدريب الرابع</u>

يراد تشغيل مصباح بعد خمس نبضات باستخدام عداد تصاعدي .

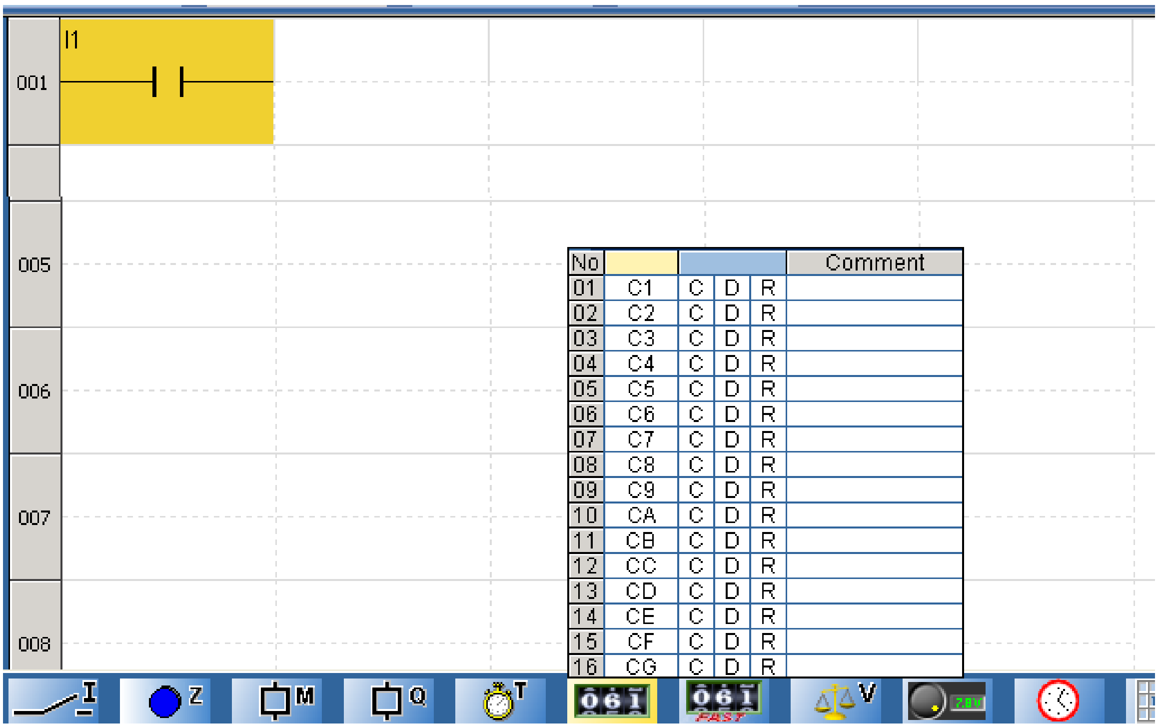
إعداد البرنامج

<u>الأدوات المطلوبة :</u> ضاغط Pushbutton I1 ، مصباح كهربي 220 VAC .

<u>خطوات إعداد البرنامج :</u>

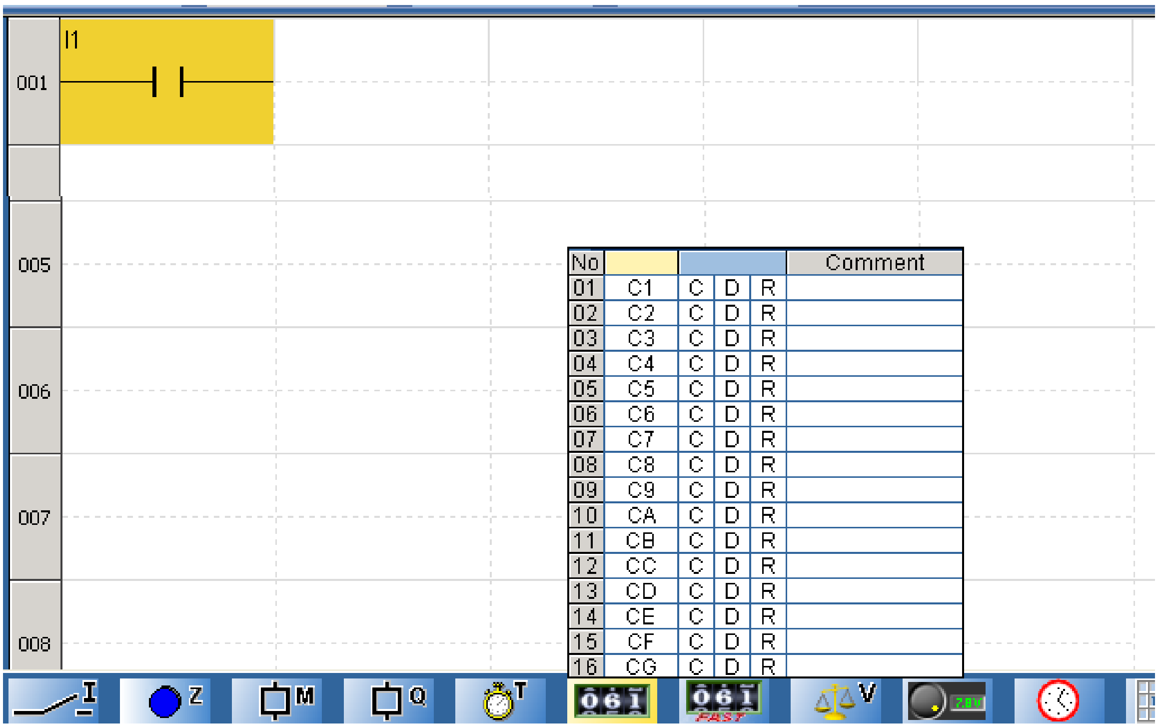
١- بواسطة النقر والسحب ضع الـ (I1) contact في مكان من الأماكن المخصصة للـ contacts .

٢- انقر على الأيقونة  سوف تظهر لك قائمة العدادات التالية :

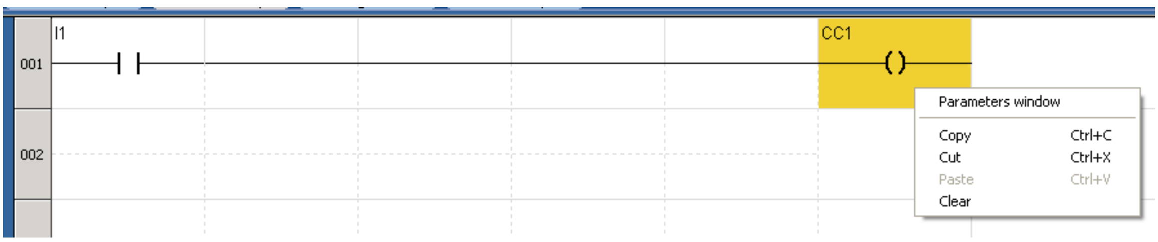


٣- اختار أي عداد من C1 إلى CG (ترقيم سداسي عشر) وليكن C3 ، ثم ضع المؤشر على C (من C3) وبطريقة الضغط والسحب إلى المكان أسفل العمود Coil بالصف الأول ثم حرر سوف تظهر لك الشاشة التالية :

ملاحظة : الرمز C للعداد التصاعدي ، الرمز D للعداد التنازلي ، الرمز R للـ Reset



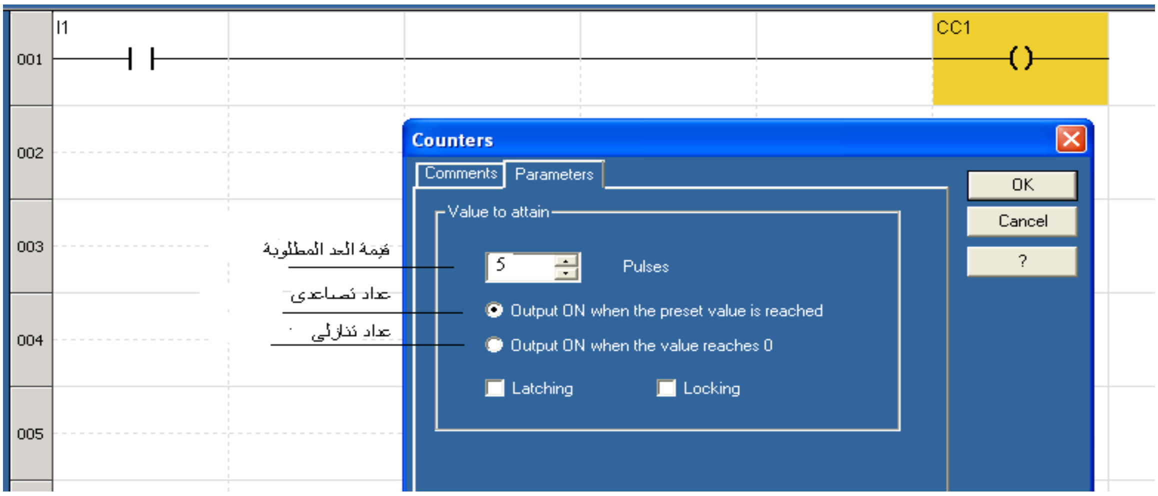
أكمل خطوط التوصيل بواسطة النقر click عليها ، ولبرمجة C3 انقر يمين Right Click على CC1 تظهر لك القائمة التالية :



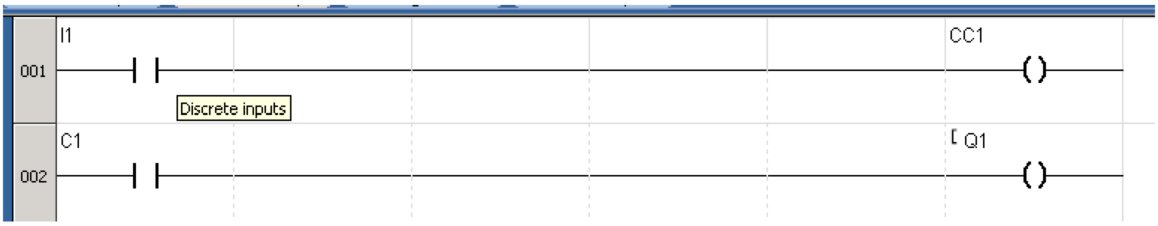
٤- اختار منها Parameters Window انقر شمال Lift Click عليها لتظهر لك الشاشة التالية التي تبين أنواع العدادات المتاحة في هذه الوحدة ، ويمكن عن طريقها إدخال الزمن المطلوب .

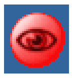
٥- اختار عداد تصاعدي ، ثم ادخل قيمة العد وليكن 5 .

٦- أكد الاختيار بالنقر شمال على OK.

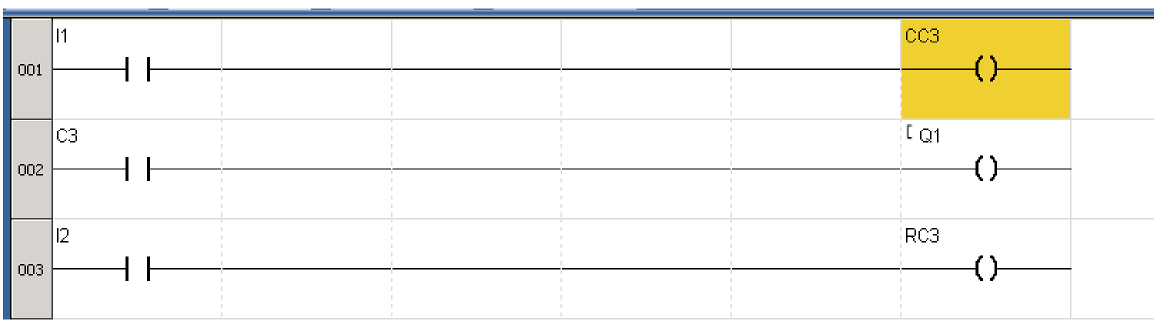


أكد الاختيار بالنقر شمال على OK. ثم أكمل البرنامج لتظهر لك الشاشة التالية :



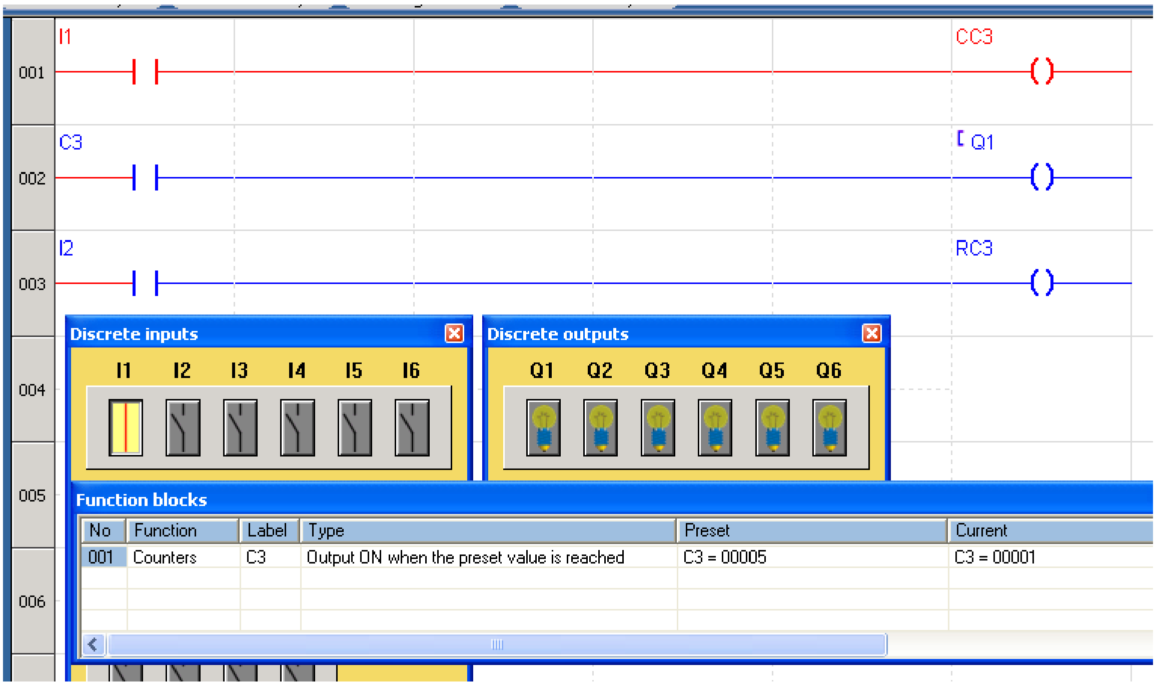
٧- مازالت الأيقونة  حمراء دلالة على عدم اكتمال البرنامج ، وذلك لأن برمجة العدادات لا تكتمل إلا بعمل سطر Reset لها .

٨- من قائمة العدادات اختار R من العداد C3 ثم بالضغط والسحب ضعه في مكان الـ coil ، وأكمل كما بالشكل التالي :

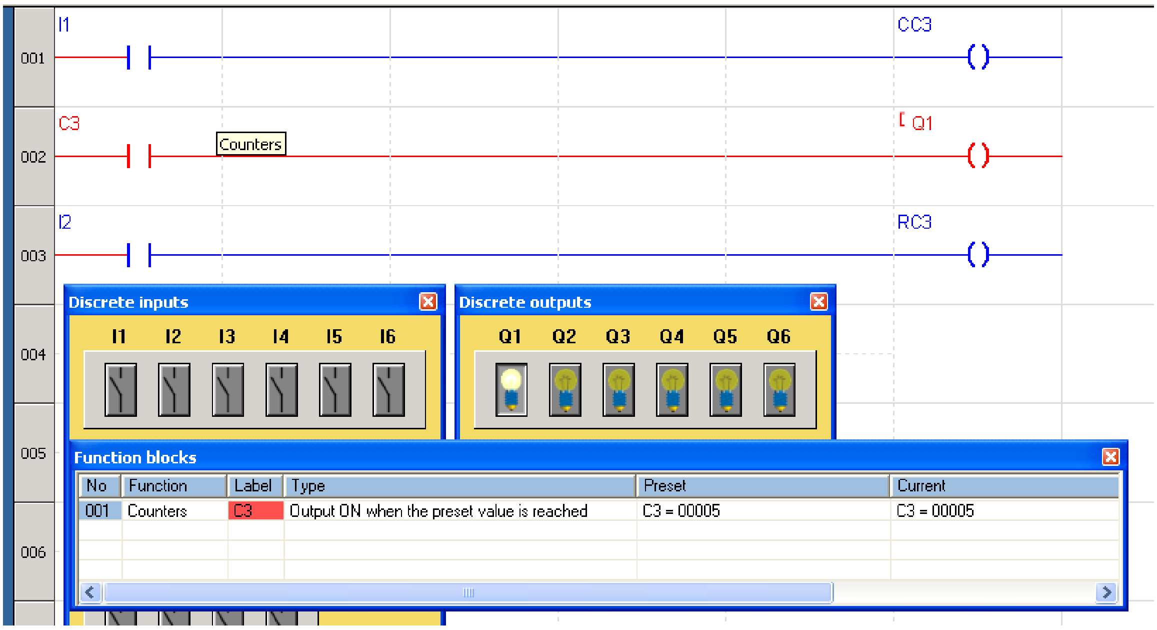


ملاحظة تحولت الأيقونة  إلى اللون الأزرق دلالة على استكمال البرنامج وصحة خطواته (ممكن أن تكون خطوات البرنامج صحيحة وقد لا يفي بالغرض)

٩- اختبر البرنامج بعمل محاكاة له كما اتبع في التمارين السابقة مع إضافة قائمة بيان عد العداد ، ويمكن إظهارها بالنقر شمال على الأيقونة  لتظهر لك الشاشة التالية :



١٠- بالضغط مرة واحدة على الضاغط سوف يسجل العداد هذه الضغطة إلى أن تصل عدد الضغطات إلى القيمة المعطاة (5) ، يعطى هذا العداد إشارة لتحدث الخرج Q1 كما بالشكل التالي:



١١- عند الضغط على الضاغط I2 يتوقف العداد ولا يعطى خرجاً Reset .

خطوات تنفيذ التشغيل عملياً

اتبع نفس الخطوات كما سبق لتنفيذ التشغيل عملياً .

العداد التنازلي

(تشغيل حمل (مصباح كهربى) عن طريق عداد تنازلى)

التدريب الخامس

يراد تشغيل مصباح بعد خمس نبضات باستخدام عداد تنازلي .

إعداد البرنامج

الأدوات المطلوبة : ضاغط Pushbutton I1 ، مصباح كهربي 220 VAC .

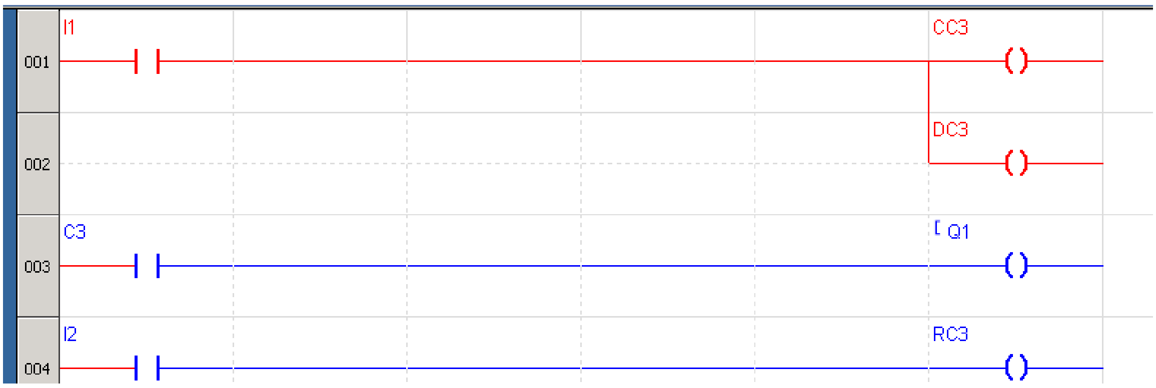
تجرى نفس الخطوات التي اتبعت في التمرين السابق مع بعض الاختلافات الآتية:

١- يضاف إلى العداد C العداد D في وضع OR .

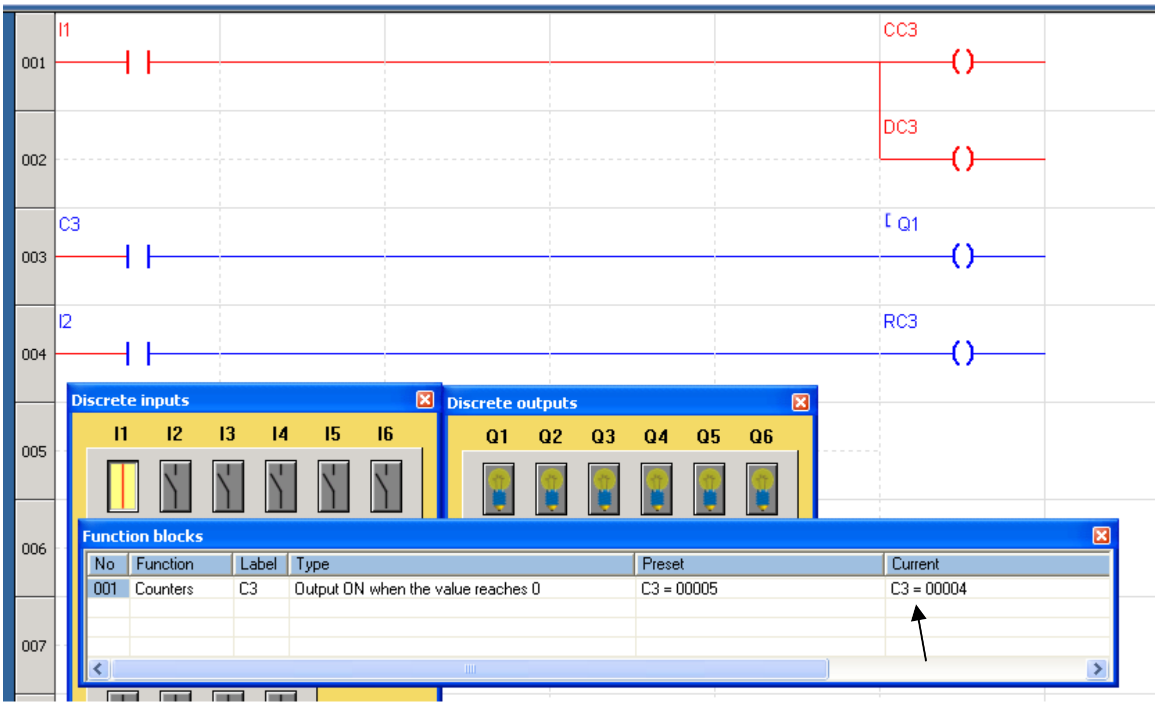
٢- يتم العد في هذا العداد من القيمة المعطاة تنازلياً إلى 0 .

٣- يعطى هذا العداد خرجاً عندما تصل قيمة العد إلى 0 .

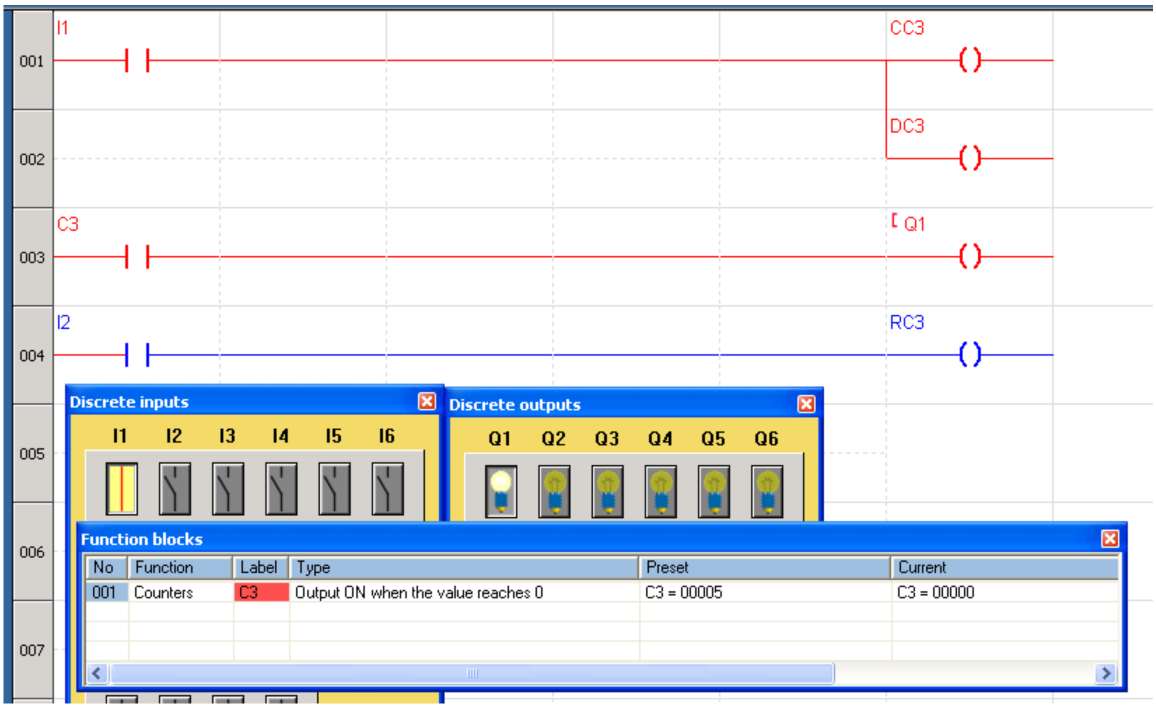
الشكل التالي يبين المخطط السلمى لهذا التمرين أثناء الضغط على I1.



والشكل التالي يبين محاكاة للبرنامج بعد الضغطة الأولى



عند كل ضغطة على I1 يتناقص العد إلى أن يصل إلى 0 بعدها يعطى خرجاً كما بالشكل التالي



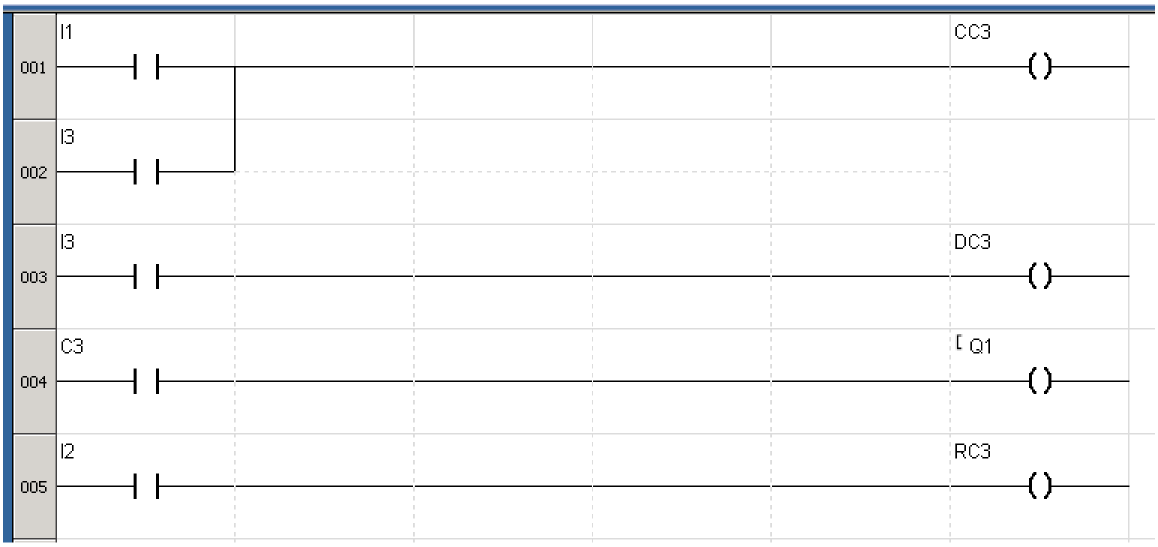
عند الضغط على الضاغط I2 يتوقف العداد ولا يعطى خرجاً Reset .

العداد التصاعدي التنازلي

التدريب السادس

استخدم العداد التصاعدي التنازلي لإضاءة مصباح كهربي بعد اكتمال 6 عدات .

الشكل التالى يبين المخطط السُلمى لهذا التمرين



ملاحظات

- تزداد قراءة العداد بقيمة الواحد وذلك بالضغط على I1 .
- تتناقص قراءة العداد بقيمة الواحد وذلك بالضغط على I3 .
- يعطى العداد خرجاً عندما تصل قراءته إلى القيمة المعطاة .

ادخل هذا البرنامج ثم اختبره بعمل محاكاة له وبعد ذلك نفذ هذا التمرين عملياً

الدخل التناظري

التدريب السابع

محرك كهربي يدير مروحة تهوية لمكثف غرفة تبريد بحيث تعمل هذه المروحة عند وصول درجة حرارة المكثف إلى 50^0 C أو أعلا عن طريق حساس حرارى Sensor (يحول درجة الحرارة إلى جهد كهربي V 10-0) ، إذا فرضنا أن درجة الحرارة 50^0 C يقابلها جهد 5V نفذ برنامج يصلح لتشغيل هذا المحرك .

إعداد البرنامج

الأدوات المطلوبة :

١- منبع جهد تيار مستمر متغير القيمة من 0-10V (يعمل عمل الحساس) ، متواجد على وحدة البرمجة كمقاومة متغيرة.

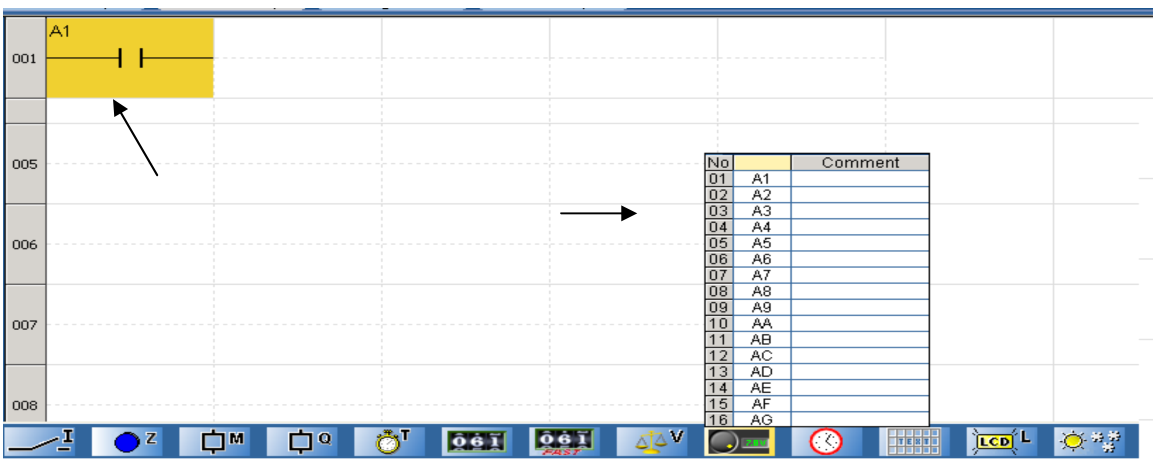
٢- كونتاكتور لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه ، متواجد على وحدة القوى K1 .

٣- أسلاك توصيل من وحدة البرمجة (Q1) إلى ملف الكونتاكتور K1 .

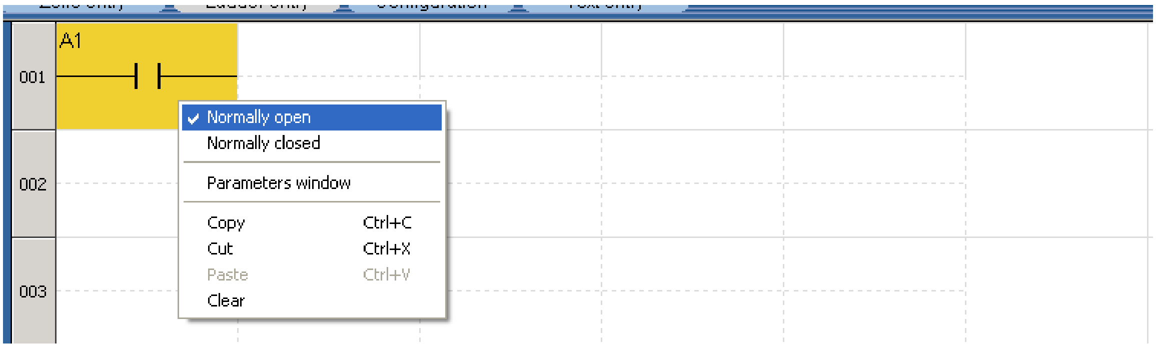
٤- أسلاك توصيل من وحدة القوى (K1) إلى المحرك .

خطوات إعداد البرنامج

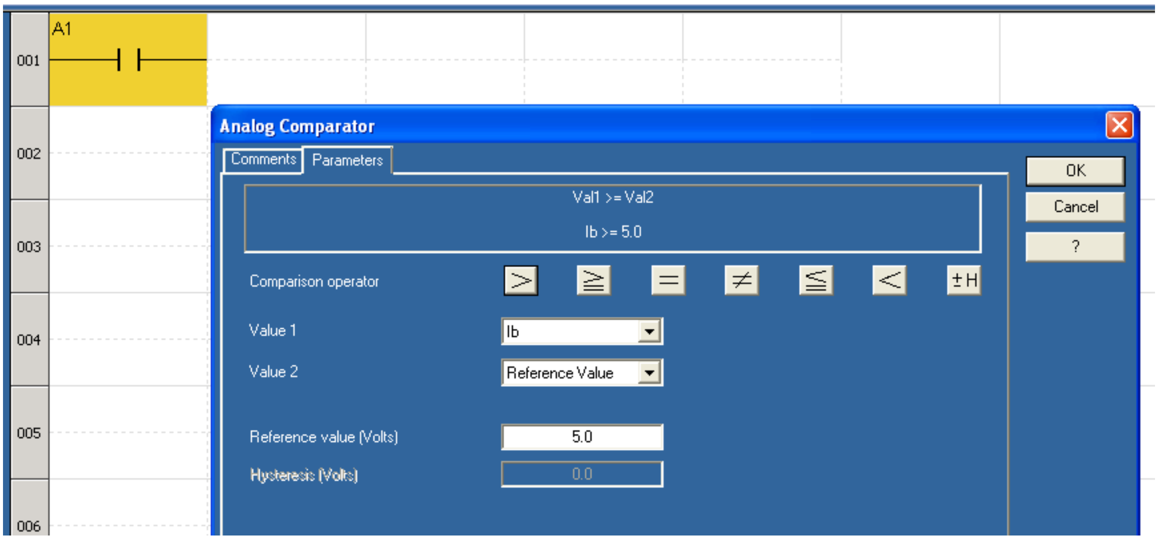
١- انقر على أيقونة الدخل التناظري  لتظهر لك قائمة اختار منها أى دخل تناظري وليكن A1 كما بالشكل التالى



٢- انقر يمين على A1 لتظهر لك قائمة اختار منها Parameters Window انقر شمال Lift Click عليها لتظهر لك الشاشة التالية .



ثم

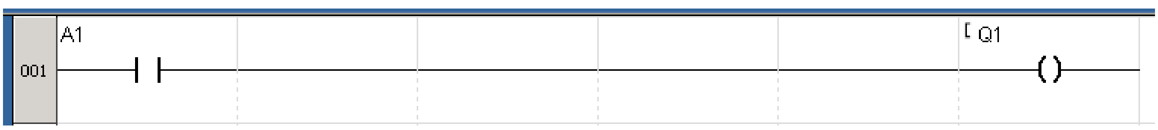


٣- من Value 1 حدد رقم الدخل الذي يصلح كدخل تناظري وليكن Ib .

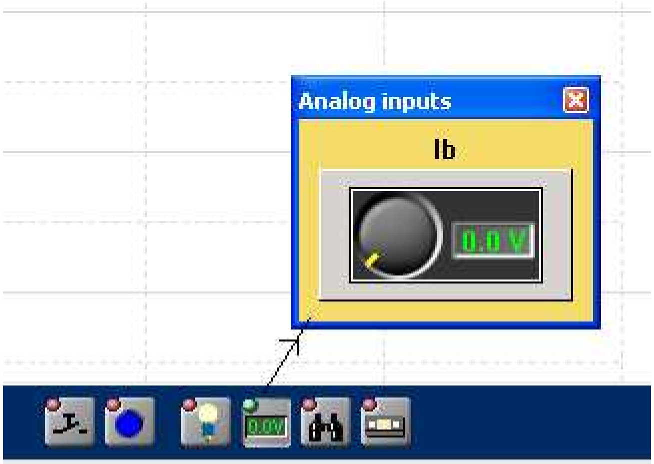
٤- من Reference value (Volts) ادخل قيمة الجهد وليكن 5V .

٥- من Comparison operator انقر على أكبر أو يساوى ≥ بمعنى إعطاء خرجاً عند وصول الجهد إلى أو أكبر من 5V .

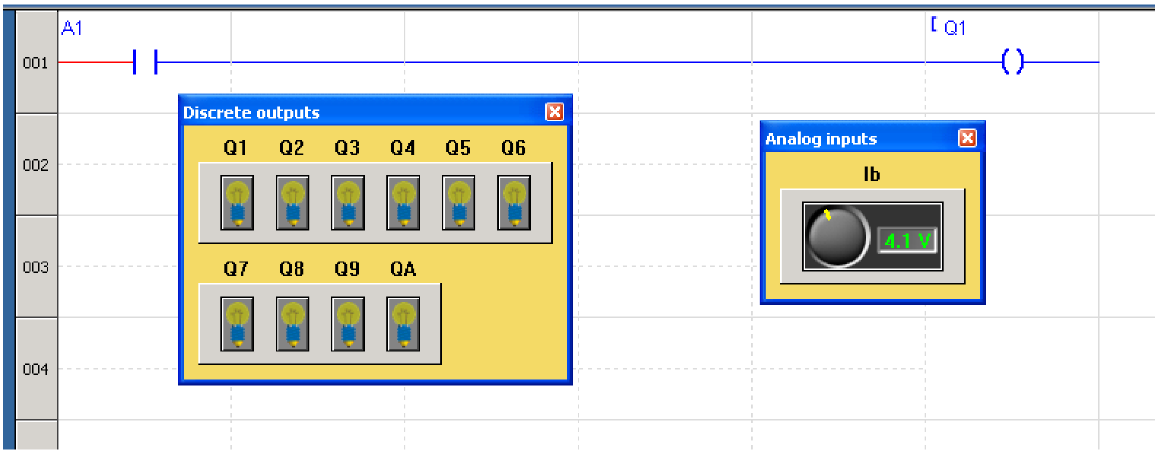
٦- أكد الاختيار بالنقر شمال على OK. ثم أكمل البرنامج لتظهر لك الشاشة التالية:



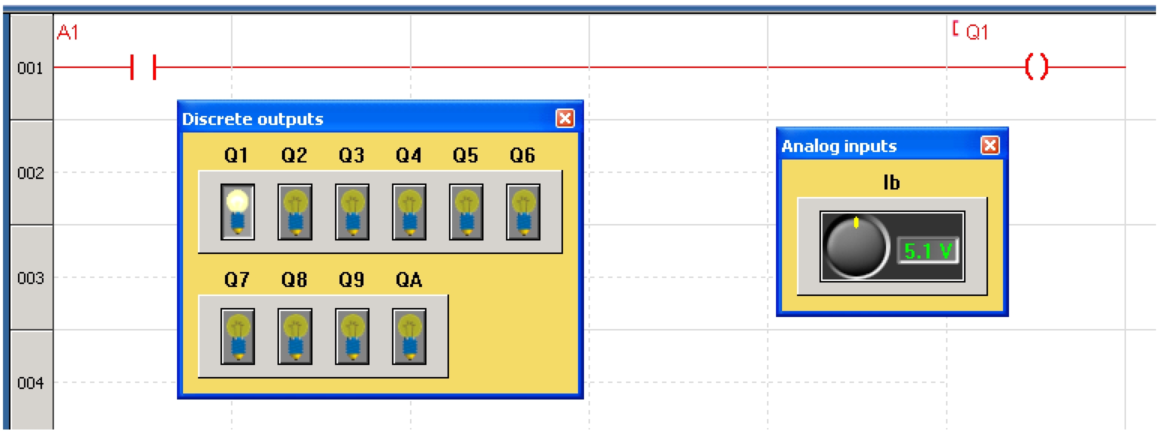
اختبر البرنامج بعمل محاكاة له، الشكل التالي يبين كيفية عمل محاكاة للدخل التناظري



محاكاة البرنامج من 0 إلى أقل من 5V



محاكاة البرنامج من 5 فأكبر



تنفيذ التشغيل عملياً

١- اجري عملية إرسال البرنامج إلى وحدة PLC كما شرح في بند

" إرسال البرنامج إلى وحدة **Transfer Program PLC**

٢- وصل أطراف المحرك الثلاثة إلى الكونتاكتور K1 .

٣- وصل طرفي الخرج Q1 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K1

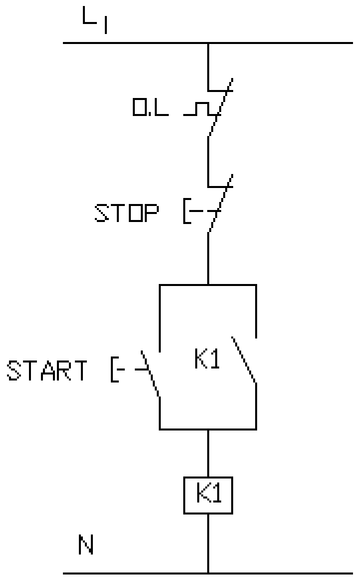
٤- غير في قيمة المقاومة المتغيرة (مع وضع جهاز فولتميتر على طرف الدخل Ib وطرف الـ .COM .

٥- ماذا تلاحظ عندما تكون قراءة الفولتميتر أقل أو أكبر من 5V .

٤- تشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

التدريب الثامن

الدائرة الكهربية التالية تبين دائرة تحكم في محرك حثي ثلاثي الأوجه، استخدم وحدة البرمجة PLC ووحدة القوى في وضع برنامج ثم تجربة وتشغيل هذا المحرك.

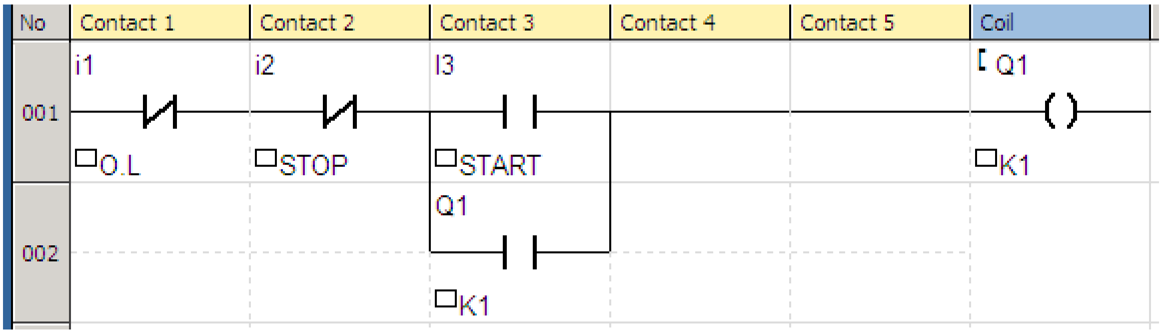


الأدوات المطلوبة

- ضاغط I2 من النوع NO للتوقف STOP (من وحدة البرمجة) .
- ضاغط I3 من النوع NO للتشغيل START (من وحدة البرمجة) .
- أوفر لود من وحدة القوى .
- كونتاكتور من وحدة القوى .
- أسلاك توصيل.

إعداد البرنامج

الشكل التالي يبين المخطط السلمي لدائرة التحكم السابقة



اختبر البرنامج بعمل محاكاة له

تنفيذ التشغيل عملياً

١- اجري عملية إرسال البرنامج إلى وحدة PLC كما شرح في بند

" إرسال البرنامج إلى وحدة **PLC Program Transfer**

٢- وصل أطراف المحرك الثلاثة إلى الكونتاكتور K1 .

٣- وصل طرفي الخرج Q1 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K1 .

٤- ابدأ حركة المحرك بالضغط على الضاغط I3 .

٥- أوقف المحرك بالضغط على الضاغط I1 .

٦- ماذا يحدث عند زيادة الحمل ؟ مثل بدائرة محاكاة .

ملاحظة هامة:

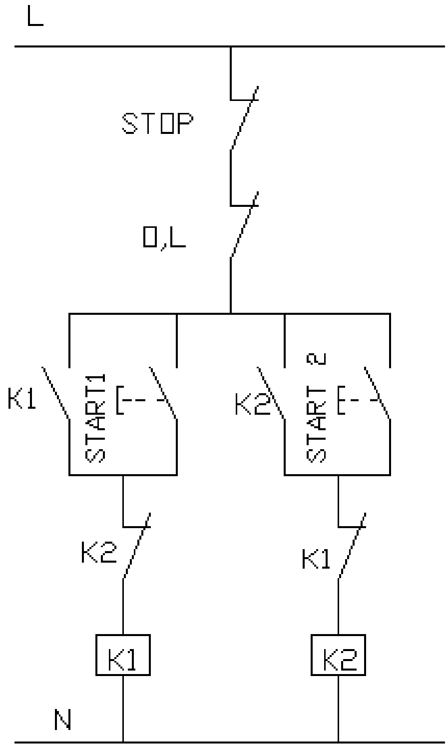
جميع الضواغط والمفاتيح المستخدمة من النوع NO ويتم عكسها داخل جهاز PLC .

أرقام المفاتيح والضواغط لا تؤثر عي البرنامج الذي يتم تنفيذه بمعني أن الضاغط I2 يمكن أن يستخدم للإيقاف STOP أو للتشغيل أو O. L المهم أن نكون علي علم بهذه المسميات

٥- عكس اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الأوجه

التدريب التاسع

الشكل التالي يبين دائرة تحكم بسيطة لعكس حركة محرك حثي (استنتاجي) ثلاثي الأوجه، استخدم وحدة البرمجة PLC ووحدة القوى في وضع البرنامج ثم تجربة وتشغيل هذا المحرك.



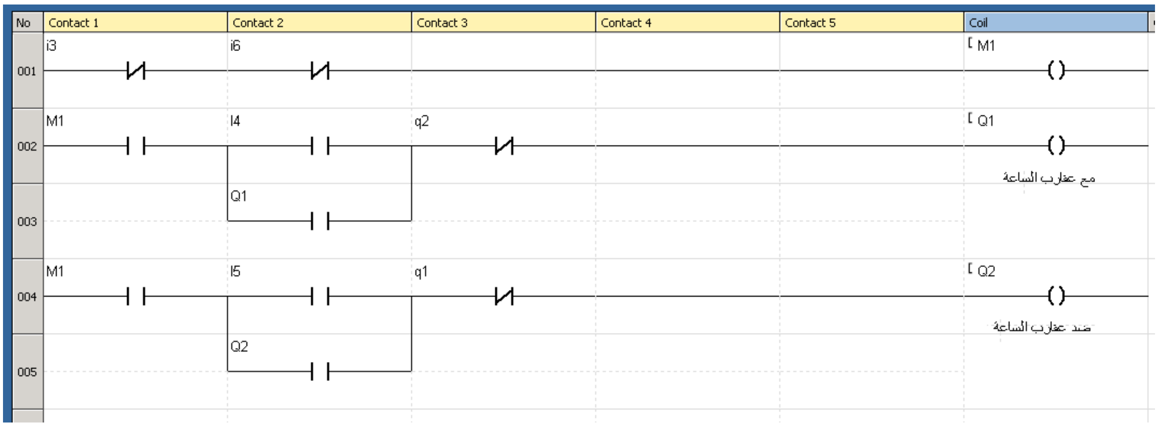
الأدوات المطلوبة

- ضاغط I3 من النوع NO للتوقف STOP (من وحدة البرمجة) .
- ضاغط I4 من النوع NO للتشغيل مع عقارب الساعة START 1 (من وحدة البرمجة) .
- ضاغط I5 من النوع NO للتشغيل ضد عقارب الساعة START 1 (من وحدة البرمجة) .
- أوفر لود من وحدة القوى إلي I6.
- كونتاكتوران (2) K1, K2 من وحدة القوى .

- أسلاك توصيل.

إعداد البرنامج

الشكل التالي يبين المخطط السلمي لدائرة التحكم السابقة



اختبر البرنامج بعمل محاكاة له

تنفيذ التشغيل عملياً

١- اجري عملية إرسال البرنامج إلى وحدة PLC

٢- وصل أطراف المحرك الثلاثة إلى الكونتاكتور K1 والكونتاكتور K2 مع عكس طرفين من أطراف المحرك (أو طرفين من أطراف المنبع) .

٣- وصل طرفي الخرج Q1 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K1 وطرفي الخرج Q2 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K2.

٤- ابدأ حركة المحرك مع عقارب الساعة بالضغط على الضاغط I4 .

٥- أوقف المحرك بالضغط على الضاغط I3 .

٦- ابدأ حركة المحرك ضد عقارب الساعة بالضغط على الضاغط I5 .

٧- ماذا يحدث عند زيادة الحمل ؟ مثل بدائرة محاكاة .

ملاحظة هامة :

- جميع الضواغط والمفاتيح المستخدمة من النوع NO ويتم عكسها داخل جهاز PLC .
- يجب توقف المحرك نهائيا (STOP) قبل عكس حركته .

التدريب العاشر

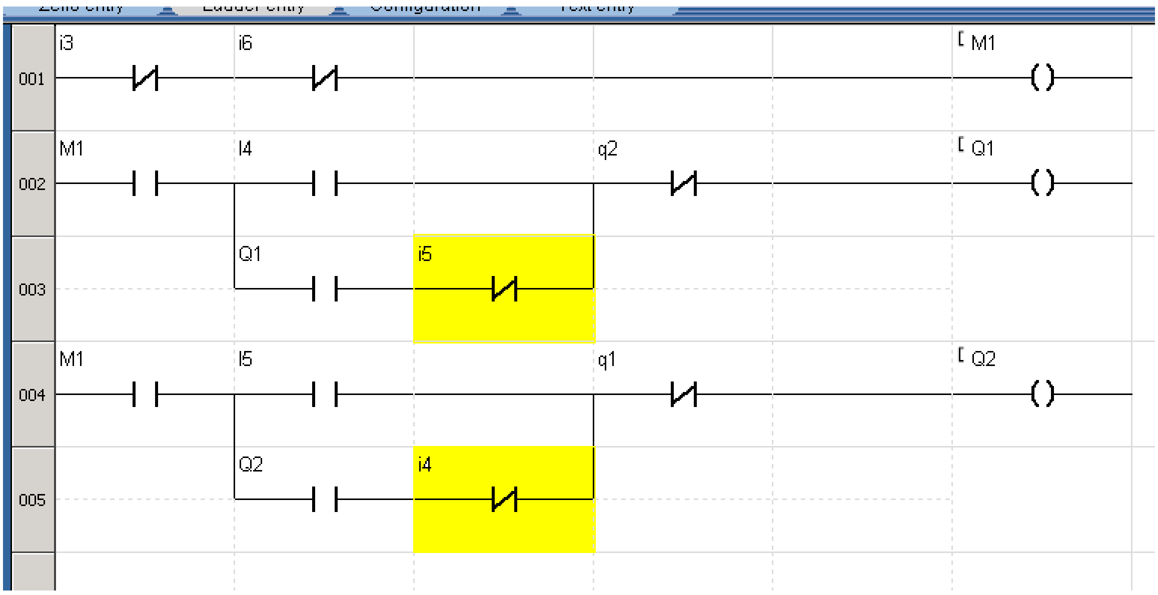
في التمرين السابق لا يمكن عكس حركة المحرك إلا بعد توقف المحرك عن طريق ضاغط Stop ، وبإجراء بعض التعديلات البسيطة على البرنامج يمكن لأي من ضاغطى التشغيل إيقاف المحرك أولاً ثم عكس حركته .

الأدوات المطلوبة

هي نفس الأدوات في التمرين السابق دون أى تعديلات .

إعداد البرنامج

الشكل التالي يبين المخطط السلمي بعد التعديل :



تنفيذ التشغيل عملياً

نفس ما اتبع في التمرين السابق ولكننا لا نلجأ إلى الضغط stop قبل عكس الحركة .

قد يؤدى تكرار عكس حركة المحرك قبل الوصول إلى حالة التوقف إلى ارتفاع درجة حرارة المحرك .

التدريب الحادي عشر

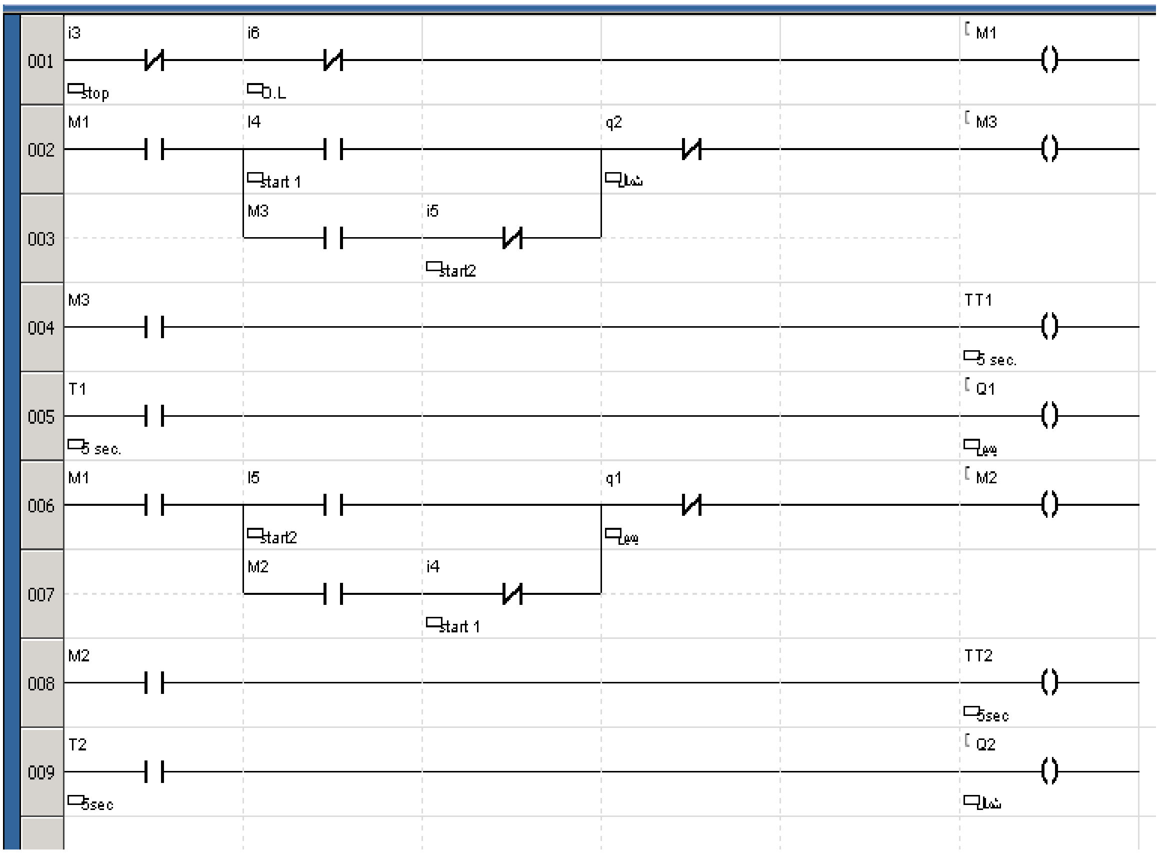
استخدم المؤقتات الزمنية في جهاز PLC لعمل تأخير زمني قدره خمس ثوان قبل عكس الحركة .

الأدوات المطلوبة

هي نفس الأدوات في التمرين السابق دون أي تعديلات.

إعداد البرنامج

الشكل التالي يبين المخطط السلمي بعد إدخال المؤقتات الزمنية (On delay Timer #5 sec.) :



التمارين السابقة تبين مدى مرونة أجهزة PLC في الحصول علي عدة تطبيقات دون اللجوء إلى عمل تعديلات سلكية في التوصيلات .

٦-تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه (نجمة / دلتا)

التدريب الثانى عشر

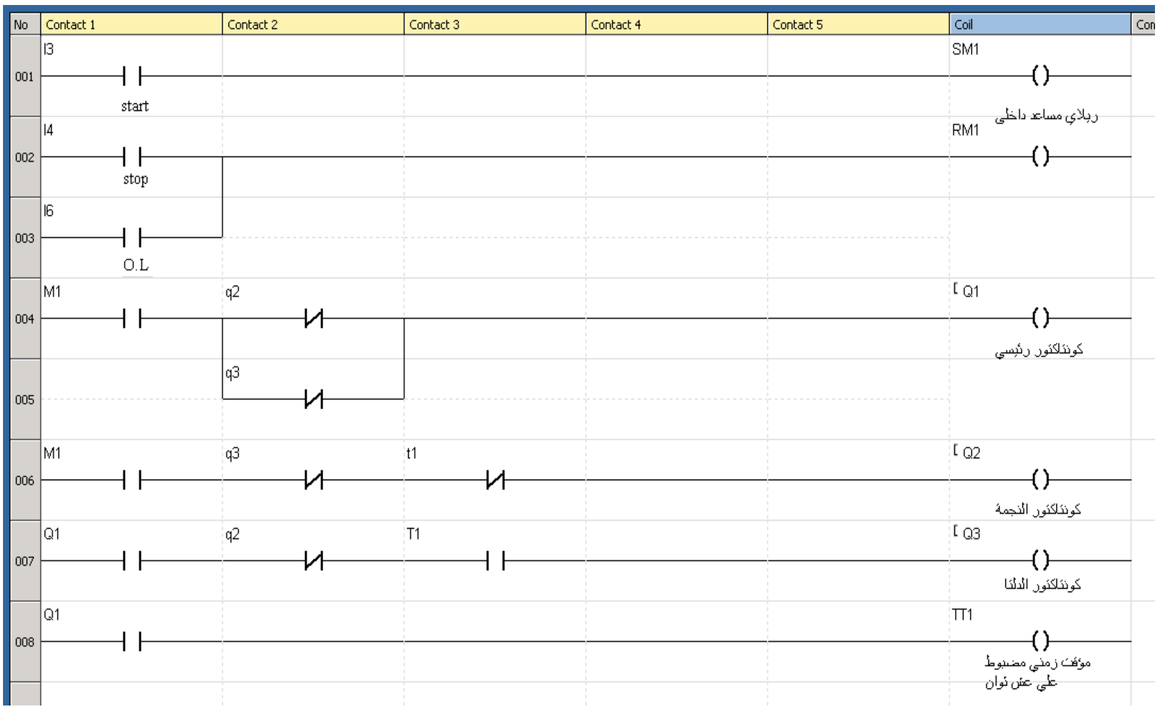
محرك 380/ 660 يبدأ حركته بتوصيلة نجمة وبعد زمن كاف لوصول سرعته إلي 75% من السرعة المقننة يتحول إلي توصيلة الدلتا وذلك عن طريق مؤقت زمني يضبط على الزمن المناسب (يعتمد علي الحمل والعزم علي محور دوران المحرك)

الأدوات المطلوبة

- ضاغط I3 من النوع NO للتوقف STOP (من وحدة البرمجة) .
- ضاغط I4 من النوع NO للتشغيل (من وحدة البرمجة) .
- ثلاثة كونتاكتورات K1, K2, K3 (من وحدة القوى).
- أوفر لود (من وحدة القوى).

إعداد البرنامج

الشكل التالي يبين المخطط السلمي



اختبر البرنامج بعمل محاكاة له

تنفيذ التشغيل عملياً

١- اجري عملية إرسال البرنامج إلى وحدة PLC

٢- وصل أطراف المحرك الستة إلى الكونتاكتورات K1, K2, K3 .

٣- وصل طرفي الخرج Q1 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K1 وطرفي الخرج Q2 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K2 وطرفي الخرج Q3 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K3.

٤- ابدأ حركة المحرك بالضغط علي الضاغط I3 ، يبدأ جهاز PLC في إعطاء خرجاً عن طريق Q1, Q2 ، ثم بعد الزمن المضبوط عليه المؤقت الزمني T1 (عشر ثوان) يفصل Q2 (Y) ويعطي Q3 (Δ) خرجاً

٥- أوقف المحرك بالضغط على الضاغط I4 .

التدريب الثالث عشر

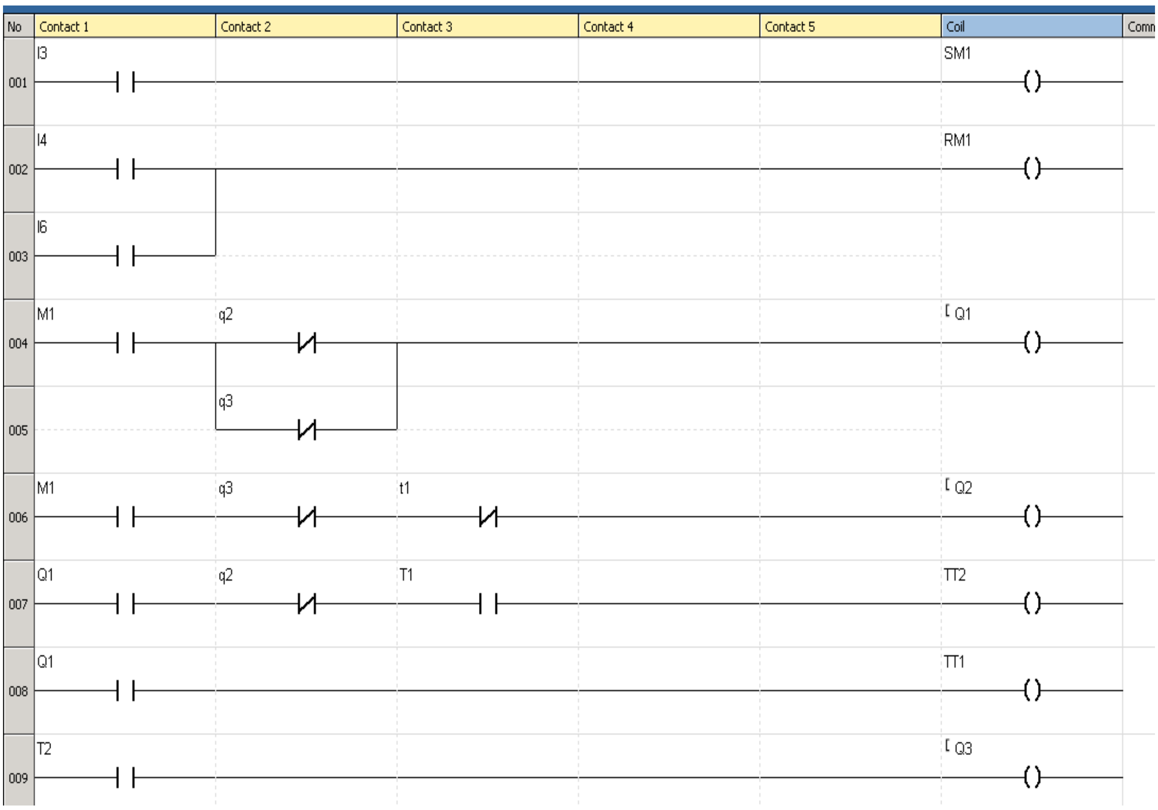
في التمرين السابق استخدم المؤقتات الزمنية في عمل فاصل زمني (ثانية واحدة) بين التحويل من النجمة إلي الدلتا

الأدوات المطلوبة

نفس الأدوات في التمرين السابق

إعداد البرنامج

الشكل التالي يبين المخطط السلمي وهو نفس المخطط السابق مع زيادة مؤقت زمني T2 يضبط على ثانية واحدة أو أقل يوصل في دائرة Q3 (Δ) ليؤخر خرجه بعد فصل Q2 (Y) .

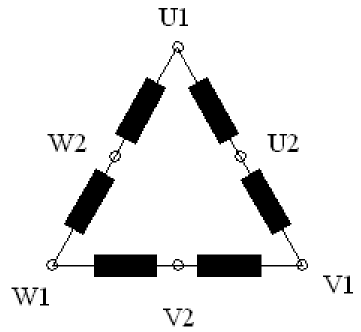


٧ - تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو سرعتين متناصفتين (دلاندر)

يلف كل وجه من أوجه العضو الثابت في المحرك الحثى الثلاثي الأوجه من مجموعتين متساويتين من الملفات ، توصل ملفات الأوجه إما دلتا أو نجمة مزدوجة وذلك للحصول علي سرعتين (بطيئة وعالية).

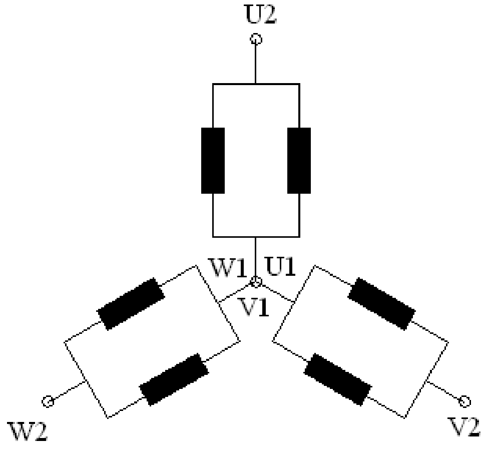
السرعة البطيئة Δ

وفيها يوصل خط المنبع الثلاثي الأوجه إلي الأطراف U1, V1, W1 وتترك الأطراف U2, V2, W2بدون توصيل، كما بالشكل التالي



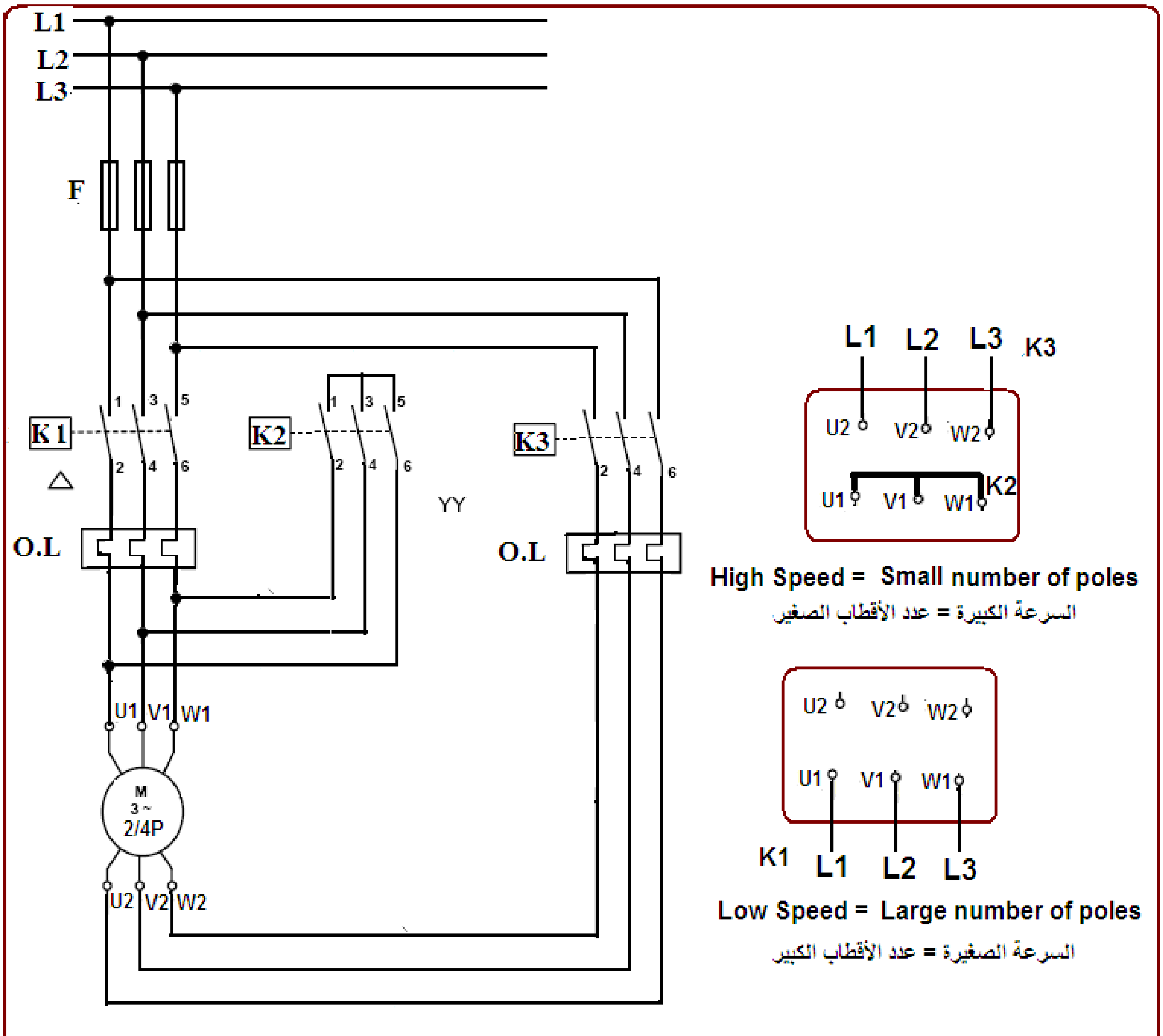
السرعة العالية YY

وفيها تقصر الأطراف U1, V1, W1 لتعطي نقطة النجمة المزدوجة (يقل عدد الأقطاب إلي النصف) ثم يوصل خط المنبع الثلاثي الأوجه إلي الأطراف U2, V2, W2، لنحصل علي ضعف السرعة البطيئة ، كما بالشكل التالي .



دائرة القوى

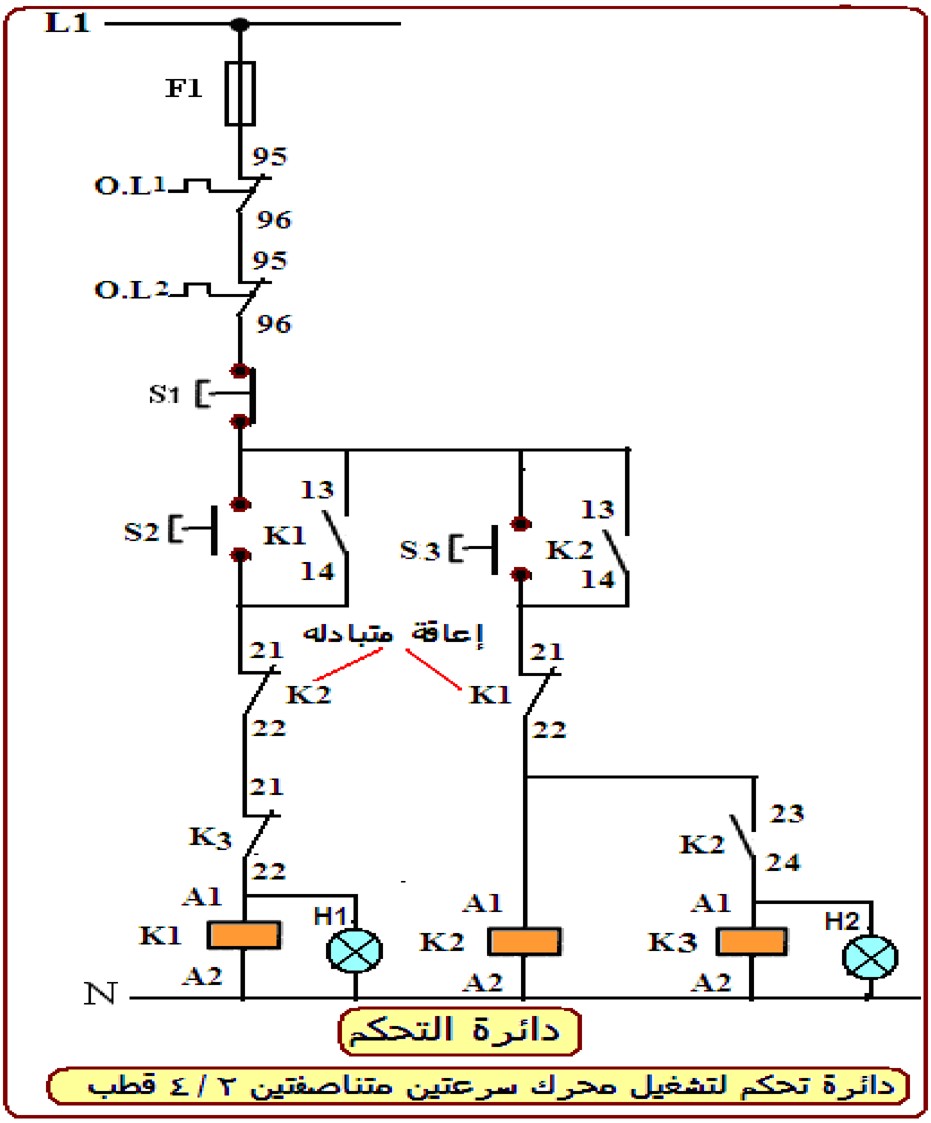
الشكل التالي يبين دائرة كهربية لتوصيل هذا المحرك بالمنبع الكهربي الثلاثي الأوجه .



دائرة القوى لتشغيل محرك سرعتين ٢/٤ قطب

الشكل التالي يبين دائرة التحكم لهذا المحرك .

دائرة القوى


L1
F1
95
O.L1
96
95
O.L2
96
S1
13
S2
K1
14
13
S3
K2
14
إعاقة متبادله
21
K2
22
21
K1
22
21
K3
22
23
K2
24
A1
K1
A2
H1
A1
K2
A2
A1
K3
A2
H2
N
دائرة التحكم
دائرة تحكم لتشغيل محرك سرعتين متناصفتين ٢ / ٤ قطب

التدريب الرابع عشر

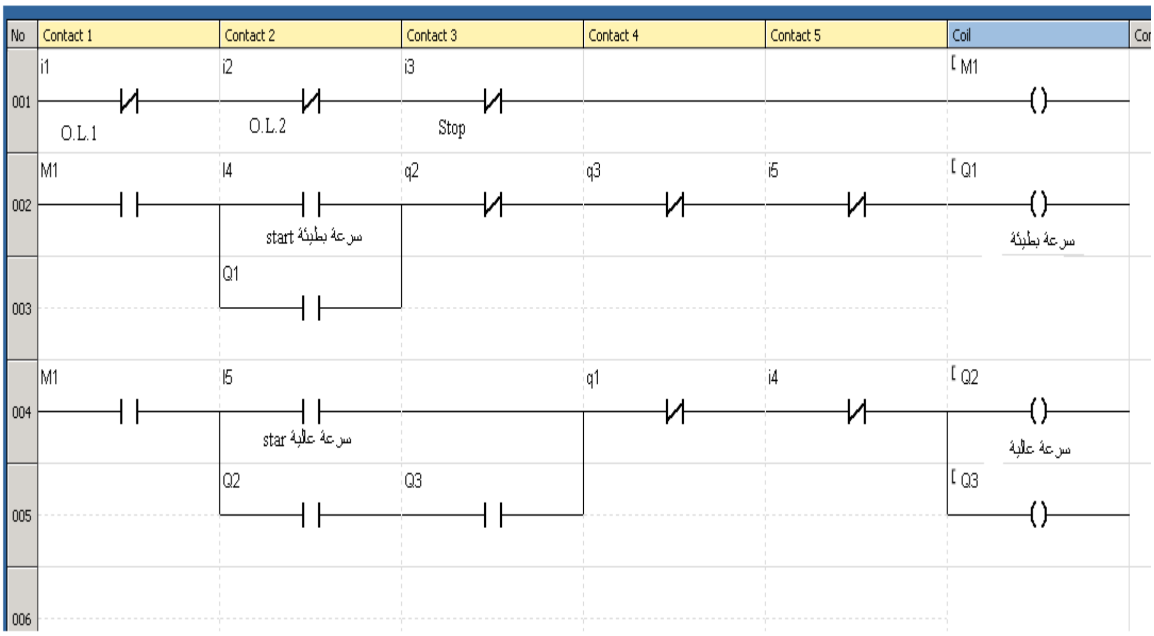
تشغيل محرك سرعتين (دلاندر)

الأدوات المطلوبة

- ضاغط I3 من النوع NO للتوقف STOP (من وحدة البرمجة) .
- ضاغط I4 من النوع NO لتشغيل السرعة البطيئة (من وحدة البرمجة) .
- ضاغط I5 من النوع NO لتشغيل السرعة العالية (من وحدة البرمجة) .
- ثلاثة كونتاكتورات K1, K2, K3 (من وحدة القوى).
- أوفر لود O.L.1, O/L.2 (من وحدة القوى).

إعداد البرنامج

الشكل التالي يبين المخطط السلمي



اختبر البرنامج بعمل محاكاة له

تنفيذ التشغيل عملياً

١- اجري عملية إرسال البرنامج إلى وحدة PLC

٢- وصل أطراف المحرك الستة إلى الكونتاكتورات K1, K2, K3 .

٣- وصل طرفي الخرج Q1 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K1 وطرفي الخرج Q2 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K2 وطرفي الخرج Q3 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K3.

٤- ابدأ حركة المحرك للسرعة البطيئة بالضغط علي الضاغط I4 ، يبدأ جهاز PLC في إعطاء خرجاً عن طريق Q1 .

٥- للتشغيل على السرعة العالية اضغط الضاغط I5 ، يبدأ جهاز PLC في إعطاء خرجاً عن طريق Q2, Q3 .

٦- أوقف المحرك بالضغط على الضاغط I3

٨- تشغيل أربعة محركات بتتابع زمني ثم التوقف لزمن معين ثم إعادة التشغيل.

التدريب الخامس عشر

تشغيل أربعة محركات بتتابع زمني ثم التوقف لزمن معين ثم إعادة التشغيل

الأدوات المطلوبة

- ضاغط I3 من النوع NO للتوقف STOP (من وحدة البرمجة) .
- ضاغط I4 من النوع NO للتشغيل (من وحدة البرمجة).
- ضاغط I5 من النوع NO للتوقف في الحالات الحرجة Emergency STOP (من وحدة البرمجة) .
- أربعة كونتاكتورات K1, K2, K3, k4 (من وحدة القوى).

إعداد البرنامج

الشكل التالي يبين المخطط السلمي ، يستخدم في هذا التمرين خمسة مؤقتات زمنية من النوع ON delay ، ويضبط كل منهم على الزمن المطلوب تشغيل كل محرك خلاله وليكن عشر ثوان (للسهولة) . المؤقتات من T1 إلي T4 لتشغيل المحركات في تتابع زمني أما T5 فهو للتوقف الكامل للمحركات ثم إعادة التشغيل .

اختبر البرنامج بعمل محاكاة له

تنفيذ التشغيل عملياً

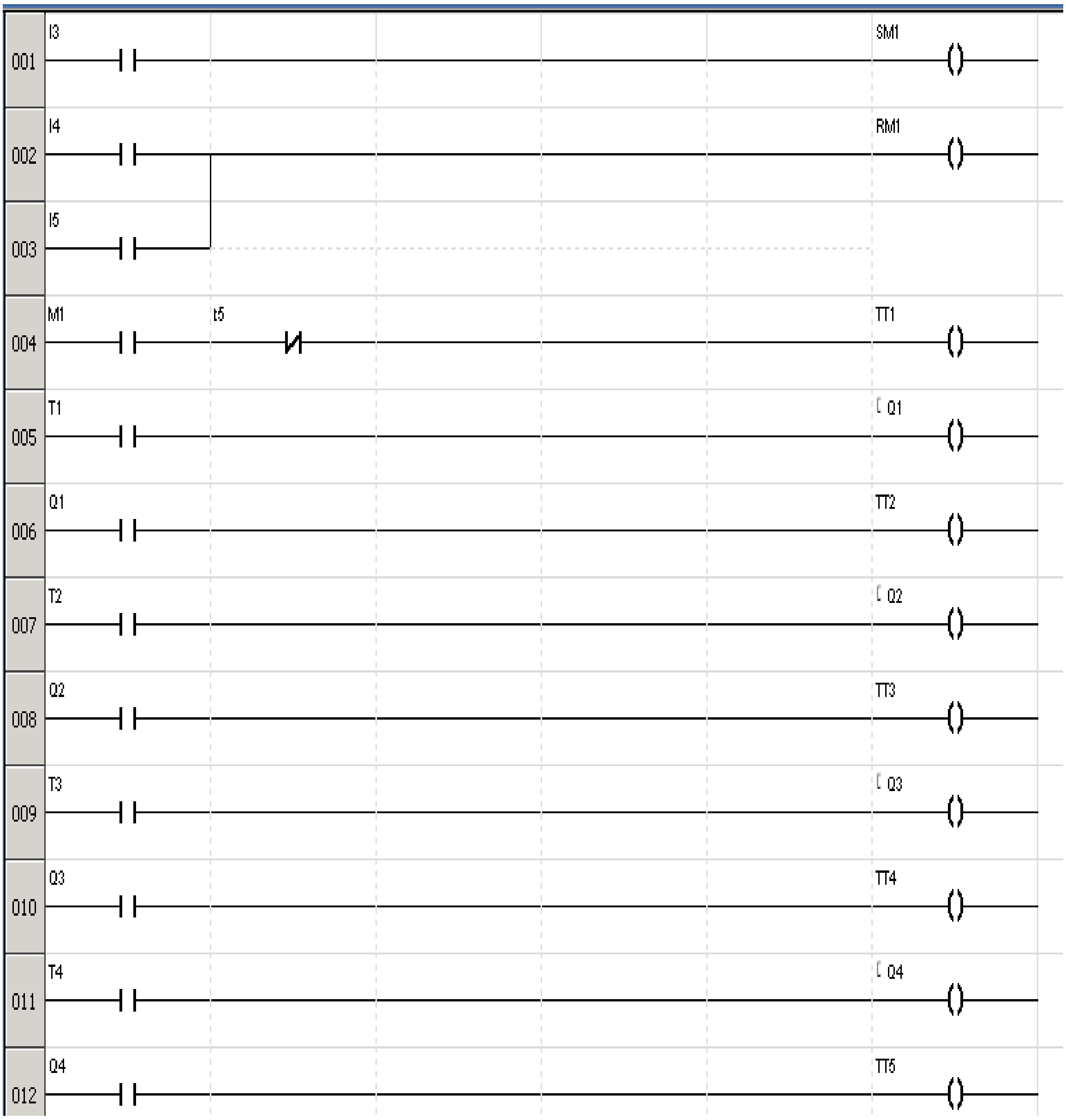
١- اجري عملية إرسال البرنامج إلى وحدة PLC

٢- وصل أطراف المحركات الأربعة إلى الكونتاكتورات K1, K2, K3,K4 .

٣- وصل طرفي الخرج Q1 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K1 ، وطرفي الخرج Q2 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K2 ، وطرفي الخرج Q3 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K3 ، وطرفي الخرج Q4 إلى طرفي ملف الكونتاكتور K4 .

٤- ابدأ حركة المحرك بالضغط على الضاغط I3 .

٥- أوقف المحرك بالضغط على الضاغط I4 أو I5 .


001
I3
SM1
002
I4
RM1
003
I5
004
M1
t5
TT1
005
T1
Q1
006
Q1
TT2
007
T2
Q2
008
Q2
TT3
009
T3
Q3
010
Q3
TT4
011
T4
Q4
012
Q4
TT5

٩- تهوية نفق سيارات

التدريب السادس عشر

تهوية نفق مرور للسيارات الصغيرة ، مزود هذا النفق خلية كهروضوئية عند المدخل لعد السيارات الداخلة وأخرى عند المخرج لعد السيارات الخارجة ، حيث يوجد ثلاثة مراوح للتهوية تدار بواسطة ثلاثة محركات ، كما يوجد عند المدخل إشارة ضوئية مزودة بلمبة حمراء (عدم المرور لاكتمال العدد) وأخرى تضاء بلمبة خضراء (سماح المرور) ، فإذا كان عدد السيارات المسموح بمرورها 10 (للسهولة) .

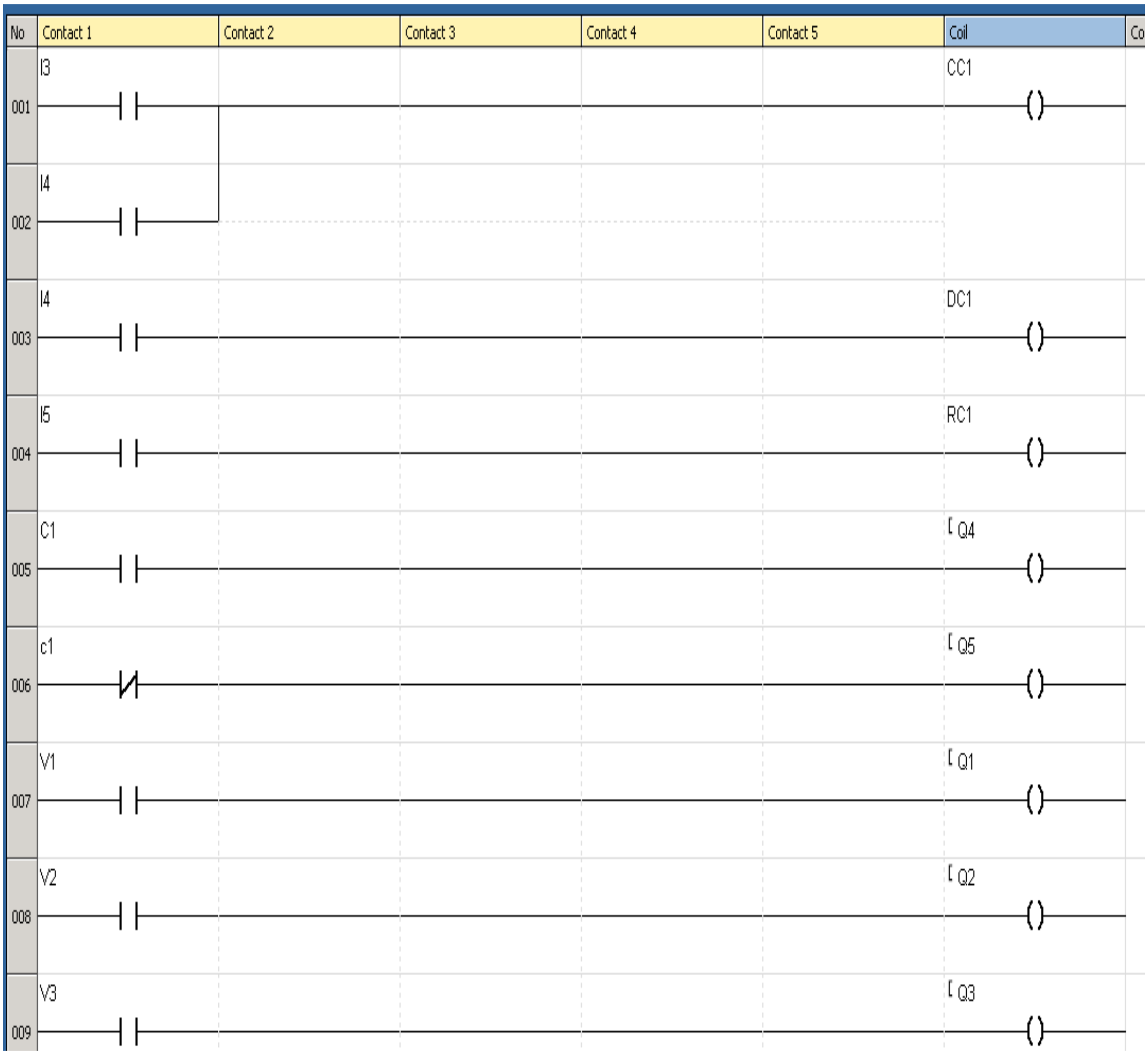
نظام التشغيل

- تعمل المروحة الأولى عندما يكون عدد السيارات أقل أو يساوى 3 .
- تعمل المروحة الثانية بالإضافة إلي الأولي عندما يكون عدد السيارات بالنفق أكبر من عندما يكون عدد السيارات بالنفق أكبر من وأقل أو يساوى 5 .
- تعمل الثلاثة مراوح معاً عندما يكون عدد السيارات أكبر من 5 .
- تضئ اللمبة الخضراء طالما كان عدد السيارات أقل من 10 .
- تضئ اللمبة الحمراء إذا وصل عدد السيارات إلى 10 (كامل العدد) .
- استخدم الضواغط I3, I4 بدلاً من الخلايا الكهروضوئية (في حالة عدم تواجدها) ، والضاغط I5 لعمل Reset للعداد .
- استخدم عداد من النوع التصاعدي التنازلي لعد السيارات الداخلة والخارجة. (عدد السيارات بالنفق = عدد السيارات الدخلة – عدد السيارات الخارجة)

الأدوات المطلوبة

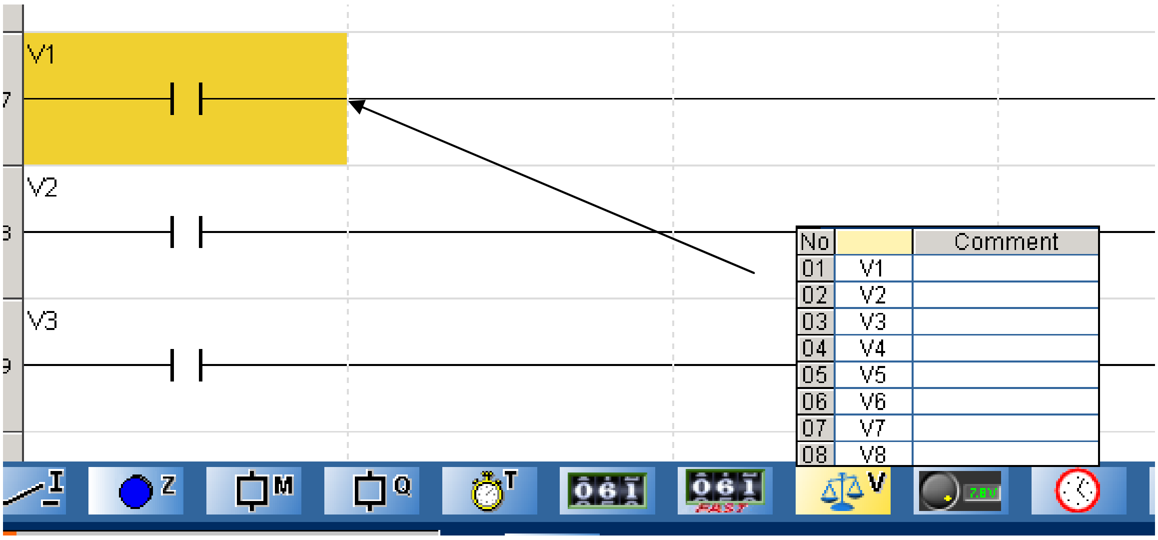
- ضاغط I3 من النوع NO بديل الخلية الكهروضوئية للعد التصاعدي (من وحدة البرمجة) .
- ضاغط I4 من النوع NO بديل الخلية الكهروضوئية للعد التنازلي (من وحدة البرمجة).
- ضاغط I5 من النوع NO لعمل Reset للعداد (من وحدة البرمجة) .

- ثلاثة كونتاكتورات K1, K2, K3 (من وحدة القوى).

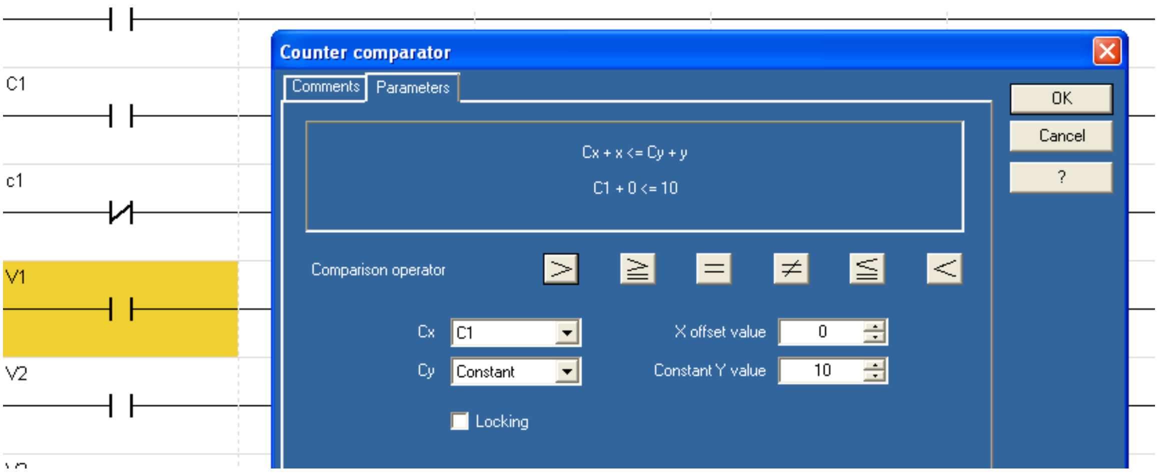


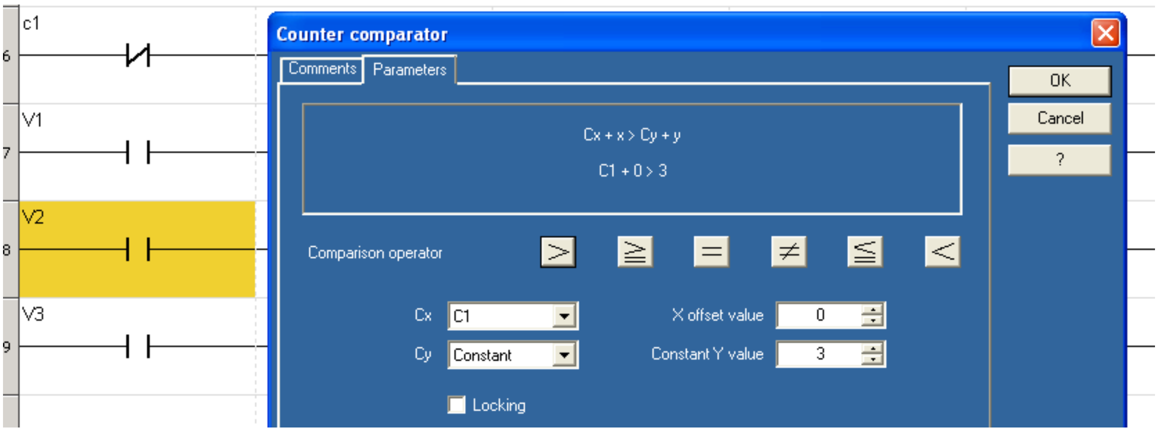
طريقة ضبط المقارن V1

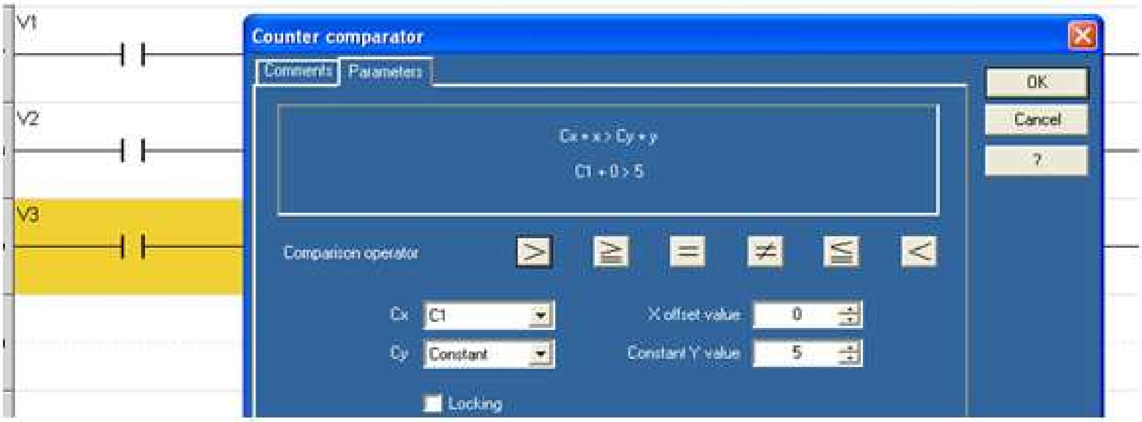
من الشاشة التالية أسحب وضع V1 كما بالشكل التالي



ثم كليك يمين على V1 لتظهر لك القائمة التالية اكتب عليها C1+0≤ 0 ، كرر هذه الخطوات مع V2 لتكتب عليها C1+0 ›3 ، C1+0 › 5 مع V3




c1
6
V1
7
V2
8
V3
9
Counter comparator
Comments
Parameters
OK
Cancel
?
Cx + x > Cy + y
C1 + 0 > 3
Comparison operator
Cx
C1
X offset value
0
Cy
Constant
Constant Y value
3
Locking


V1
V2
V3
Counter comparator
Comments
Parameters
OK
Cancel
?
Cx + x > Cy + y
C1 + 0 > 5
Comparison operator
Cx
C1
X offset value
0
Cy
Constant
Constant Y value
5
Locking

فهـــرس

تابع الفهـــرس

Reference المراجع

1- M.Morris Mano ; Professor of Engineering . California State Univeristy ; "Digital Logic and Computer Design" ; Prenlice – Hall – Englewood Cliffs .
2- Lan G. Warnock – MEDC . Paisley College of Technology , Scotland ;"PROGRAMMABLE CONTROLLES Operation and Application " Prenlice – Hall London >
3- Basic Logical Function and Gates ;
HTTP://WWW.play-hookey.com/digital/basic-gates.html.
4- MOELLER ."Automation With Programmable Controllers An Introduction for Beginners
5- Programming guide – Zelio Soft 2
6- Zelio Logic 2 User Manual

٧- أجهزة التحكم المبرمج PLCS وتطبيقاتها العملية – إعداد م . أحمد عبدالمتعال
٨- بعض النشرات الصادرة من الشركات المنتجه لأجهزة PLC
٩- كتالوج التشغيل والتجارب العملية والمعملية لوحدتى التدريب على أجهزة PLC
، إعداد مهندس / يوسف إبراهيم عطاالله ، مهندس / فكرى عثمان إبراهيم